



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

MONOGRAFÍA

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL PROYECTO DE BARRIO “LOS ALTOS DE ESTELÍ” UBICADO EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE ESTELÍ, DEPARTAMENTO DE ESTELÍ.

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Nadieska Jissel Acuña Rubio
Br. Oscar Moisés Salgado Rocha
Br. Kevin Alexander Martínez González

Tutor

Ing. Noé Salatiel Hernández Durán

Managua, noviembre 2019



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE
INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA
CONSTRUCCIÓN**



Managua 10 de Octubre de 2019

Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba

Decano FTC

Su despacho.

Estimado Dr. Ing. Gutiérrez:

Reciba un saludo de mi parte, y al mismo tiempo le doy a conocer que he revisado el trabajo de monográfico titulado: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL PROYECTO DE BARRIO “LOS ALTOS DE ESTELÍ” UBICADO EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE ESTELÍ, DEPARTAMENTO DE ESTELÍ.”**, realizado por los bachilleres: Nadieska Jissel Acuña Rubio, Oscar Moisés Salgado Rocha y Kevin Alexander Martínez González para optar al título de Ingeniero Civil.

Este trabajo monográfico fue desarrollado de forma independiente por el sustentante y cumple con todos los requisitos para ser presentada y defendida ante el jurado que usted designe.

Sin más a que hacer referencia, se despide de usted.

Atentamente,

Ing. Noé Salatiel Hernández Durán

Tutor



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
DECANATURA**

**DEC-FTC-REF-No.029
Managua, Febrero 25 del 2019**

Bachilleres
**NADIESKA JISSEL ACUÑA RUBIO
OSCAR MOISÉS SALGADO ROCHA
KEVIN ALEXANDER MARTÍNEZ GONZÁLEZ**
Su atención

Estimados (as) Bachilleres:

Es de mi agrado informarles que el PROTOCOLO de su Tema **MONOGRAFICO**, titulado **"DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL PROYECTO DE BARRIO "LOS ALTOS DE ESTELÍ" UBICADO EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE ESTELÍ, DEPARTAMENTO DE ESTELÍ"**. Ha sido aprobado por esta Decanatura.

Asimismo les comunico estar totalmente de acuerdo, que el (la) **Ing. Noé Salatiel Hernández Durán**, sea el (la) tutor (a) de su trabajo final.

La fecha límite, para que presenten concluido su documento, debidamente revisado por el tutor guía será el **26 de Agosto del 2019**.

Esperando puntualidad en la entrega de la Tesis, me despido.

Atentamente,


Dr. Ing. Oscar Guzmán Zamarríba
Decano

CC: Protocolo
Tutor
Archivo*Consecutivo

DEDICATORA

Dedicamos el presente trabajo monográfico a Dios y nuestras familias, quienes en todo momento nos han apoyado; en lo académico y personal, principalmente a nuestros padres quienes han sido un pilar fundamental en nuestra formación profesional y en todas nuestras etapas de la vida, sembrando buenos valores y buenas costumbres, ellos son los principales protagonistas de este sueño alcanzado.

A nuestro tutor Ing. Noé Salatiel Hernández Durán quien estuvo con nosotros asesorándonos para desarrollar nuestro proyecto de titulación.

Br. Nadieska Jissel Acuña Rubio

Br. Oscar Moisés Salgado Rocha

Br. Kevin Alexander Martínez González

AGRADECIMIENTO

Extendemos nuestro agradecimiento en primera instancia a Dios por iluminarnos en el transcurso de nuestra carrera otorgándonos salud, bienestar en las diferentes etapas de la vida; nuestra familia por impulsarnos en cada obstáculo presentado y no dejarnos retroceder para alcanzar nuestro objetivo.

Br. Nadieska Jissel Acuña Rubio

Br. Oscar Moisés Salgado Rocha

Br. Kevin Alexander Martínez González

Contenido

1. GENERALIDADES	2
1.1) Introducción.....	2
1.2) Antecedentes	3
1.3) Justificación.....	4
1.4) Objetivos	5
1.4.1) Objetivo general.....	5
1.4.2) Objetivos específicos	5
1.5) DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	6
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1) Captación y principales fuentes de abastecimiento	9
2.1.1) Tipos de captación	9
2.1.2) Aforo.....	10
2.1.3) Calidad de agua	10
2.2) Estudio Socioeconómico.....	11
2.3) Topografía.....	11
2.4) Diseño Hidráulico	11
2.4.1) Demanda poblacional	12
2.4.2) Métodos de cálculo para estimación de la población futura.....	12
2.4.3) Conducción	13
2.4.4) Dimensión de la línea de conducción	13
2.4.5) Diseño hidráulico en la conducción	13
2.4.6) Almacenamiento	15
2.4.7) Redes de distribución	17
2.4.8) Conexiones domiciliarias	18
2.5) Impacto ambiental del proyecto	18
2.6) Estimación de costos del proyecto	19
3. DISEÑO METODOLOGICO	21
3.1) Fuentes de abastecimiento.....	21
3.1.1) Ubicación de la fuente	21
3.1.2) Aforo.....	21
3.2) Estudio socioeconómico	22

3.2.1) Pruebas para calidad de agua	22
3.3) Estudio topográfico	23
3.4) Diseño hidráulico.....	25
3.4.1) Estudio de la demanda	25
3.4.2) Proyección por método de saturación	26
3.4.3) Dotaciones	26
3.4.4) Consumo.....	26
3.4.5) Obra de toma	26
3.4.5.1) Potencia equipo de bombeo	27
3.4.6) Línea de conducción por bombeo	28
3.4.7) Tanque de almacenamiento	30
3.4.8) Red de distribución	31
3.4.9) Conexiones domiciliarias	33
3.4.10) Planos de diseño de red	33
3.5) Evaluación de impacto ambiental	33
3.6) Estimación de costos del proyecto	34
4. RESULTADOS.....	37
4.1) Fuente de abastecimiento.....	37
4.1.1) Ubicación de la fuente	37
4.1.2) Aforo de la fuente.....	41
4.2) Estudio socioeconómico	45
4.2.1) Pruebas de calidad de agua	54
4.3) Estudio topográfico	57
4.4) Diseño hidráulico.....	59
4.4.1) Estudio de la demanda	60
4.4.2) Proyección por método de saturación	60
4.4.3) Dotaciones de agua	60
4.4.4) Consumo de agua.....	61
4.4.5) Obra de toma	63
4.4.6) Línea de conducción por bombeo	75
4.4.7) Tanque de almacenamiento	78
4.4.8) Red de distribución	82

4.4.9) Conexiones domiciliarias	96
4.4.10) Planos de diseño de red	97
4.5) Evaluación de impacto ambiental	97
4.5.1) Valoración de impactos.....	102
4.5.2) Valoración de etapas	103
4.6) Estimación de costos del proyecto	104
5. Conclusiones y Recomendaciones	111
5.1) Conclusiones.....	111
5.2) Recomendaciones	112
BIBLIOGRAFÍA	113
ANEXOS.....	116

Índice de Tablas

Tabla - 1: Recomendación del FISE para encuestas en proyectos de agua potable	22
Tabla - 2: Resumen de datos hidrográficos	40
Tabla - 3: Propósito y tipo de pozo	41
Tabla - 4: Estratigrafía de la perforación.....	42
Tabla - 5: Prueba de bombeo, aforo y recuperación de nivel estático	43
Tabla - 6: Nivel académico de los habitantes	46
Tabla - 7: Eliminación de la basura.....	53
Tabla - 8: Enfermedades.....	53
Tabla - 9: Informe de análisis de pruebas de agua	55
Tabla - 10: Cantidad de cloro a usarse en tanques de almacenamiento	57
Tabla - 11: Dotaciones de agua	60
Tabla - 12: Consumos especiales.....	62
Tabla - 13: Longitud equivalente por accesorio.....	70
Tabla - 14: Resumen de accesorios en línea de impulsión	71
Tabla - 15: Espesor de tubería SDR-13.5.....	76
Tabla - 16: Coeficiente de K de las tuberías según el material	76
Tabla - 17: Valoración de criterios de línea de conducción.....	78
Tabla - 18: Localización del tanque.	79
Tabla - 19: Valores de K constante de la capacidad de almacenamiento	81
Tabla - 20: Longitud total por diámetro, red Ciudadela	83
Tabla - 21: Consumos máximos de una vivienda	84
Tabla - 22: Resultados de red en escenario consumo máximo horario (CMH) – presiones en nodos	85
Tabla - 23: Resultados de red en escenario consumo máximo horario (CMH) – conductos	87

Tabla - 24: Resumen (CMH)	89
Tabla - 25: Resultados de red en escenario sin consumo (SC) – presiones en nodos	92
Tabla - 26: Resumen (SC).	94
Tabla - 27: Valoración utilizada para matriz de Leopold.....	99
Tabla - 28: Matriz de Leopold.	101
Tabla - 29: Promedio de impacto ambiental por etapa de proyecto.....	103
Tabla - 30: Mayor actividad y mayor impacto del proyecto	104
Tabla - 31. Resumen de costo y presupuesto	105

Índice de Gráficos

Gráfico - 1: Estado de las viviendas.....	47
Gráfico - 2: Empleo por genero del encuestado	48
Gráfico - 3: Ocupación de los miembros de familia	49
Gráfico - 4: Ingreso mensual de las familias encuestadas	49
Gráfico - 5: Permanencia del servicio de agua potable	50
Gráfico - 6: Almacenamiento y calidad del servicio de agua potable	51
Gráfico - 7: Enfermedades más comunes y tipo de tratamiento	54

Índice de Ilustraciones

Ilustración - 1: Mapa de micro localización del área de estudio	7
Ilustración - 2: Mapa de macro localización del área de estudio	7
Ilustración - 3: Mapa de acuífero principal en la zona del proyecto	38
Ilustración - 4: Delimitación de cuenca para urbanización ciudadela.....	40
Ilustración - 5: Ficha técnica de perforación de pozo	44
Ilustración - 6: Mapa hidro-químico del área de estudio y alrededores.....	55
Ilustración - 7: Curvas de nivel, Ciudadela los Altos de Estelí.....	58
Ilustración - 8: Distribución de lotes, Ciudadela los altos de Estelí	59
Ilustración - 9: Detalle típico sarta de bombeo.....	73
Ilustración - 10: Esquema de tanque	82
Ilustración - 11: Esquema de la red de distribución Ciudadela los Altos de Estelí. 84	
Ilustración - 12: Análisis de Velocidades y presiones (CMH)	91
Ilustración - 13: Análisis de velocidades y presiones (SC)	95
Ilustración - 14: Detalle típico de conexión domiciliar.....	96

Índice de Anexos

Anexo 1: Macro y micro localización.....	116
Anexo 2: Encuesta socioeconómica realizada	118
Anexo 3: Resultados de las pruebas de calidad de agua.....	121
Anexo 4: Cálculos de demanda y potencia de equipos eléctricos	123
Anexo 5: Curva característica de la bomba	125
Anexo 6: Fotografías de trabajo en campo.....	126
Anexo 7: Planos del diseño de abastecimiento de agua potable	129
Anexo 8: Resumen de presupuesto de obra	129

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1. GENERALIDADES

1.1) Introducción

El crecimiento de una ciudad tanto en el número de habitantes como en extensión superficial corresponde un aumento a los servicios, así como la necesidad de satisfacerlos plenamente.

Estelí es una ciudad en constante crecimiento económico y demográfico, cuenta actualmente con una población de 200,000 habitantes aproximadamente que exige cada vez más espacios y recursos para satisfacer las necesidades primordiales de sus pobladores, todo este aumento en la tasa poblacional ha generado numerosos problemas en la planeación de la distribución de los suministros y servicios básicos, siendo uno de estos y quizás el principal, el abastecimiento de agua potable.

Por lo tanto, nos enfrentamos con el reto de diseñar y ejecutar obras civiles, que cumplan con rigurosos estándares de calidad y periodos de diseño razonables, que satisfagan al usuario en calidad, cantidad y continuidad del servicio, que puedan mitigar las dificultades existentes, y que sean duraderas.

Es necesario tomar en cuenta que para su realización se deben considerar diversos estudios, un plan de proyecto, propuestas de diseño, alternativas, ejecución, operación y mantenimiento, ya que estas están profundamente vinculadas y todas requieren de una exhaustiva atención.

De modo que en este estudio se pretende dar una posible solución a dicho problema para el futuro proyecto de Barrio “Ciudadela los altos de Estelí” ubicado en el municipio de Estelí, contiguo al Barrio Villa Cuba, tomando como punto de partida la propuesta y diseño de un sistema por bombeo eléctrico, realizando todos los estudios correspondientes y asegurando cumplir con los parámetros de diseño que exige la norma urbana establecida (NTON 09-003-99).

1.2) Antecedentes

El crecimiento poblacional del municipio de Estelí aumenta exponencialmente con el pasar de los años, esto ha provocado la expansión geográfica y económica transformando terrenos que fueron de uso agrícola en áreas urbanas, las cuales carecen de servicios básicos para una calidad de vida aceptable, que además limita el desarrollo social y comercial de los ocupantes.

En este contexto tanto instituciones gubernamentales como empresas privadas buscan soluciones para el problema antes indicado. De tal forma que han surgido empresas que se ocupan de la gestión urbanística en el marco de la regulación municipal entre la que se destaca la empresa COVISCOF quien promueve actualmente la urbanización “Ciudadela los altos de Estelí” colindante con el Barrio Villa Cuba al Este de la Ciudad de Estelí.

El terreno que urbanizara la empresa COVISCOF fue comprado al Sr. Alfredo José Rodríguez Castillo y cuenta con una extensión aproximada de 22.5 hectáreas las cuales se dividirán en 671 lotes los cuales aún no cuentan con servicios básicos y ningún tipo de sistema de abastecimiento de agua.

Los lotes tienen el propósito de ser ocupados por una población de 4,100 habitantes de clase media.

1.3) Justificación

Uno de los principales problemas que atraviesa la Ciudad de Estelí es el déficit habitacional que se ha visto agravado con el pasar de los años, disminuyendo los requisitos necesarios para una adecuada calidad residencial. Este aumento de población genera un congestionamiento en las viviendas existentes que son ocupadas por dos o más familias.

En el contexto del crecimiento de la ciudad de Estelí se desarrollan urbanizaciones como “Ciudadela los Altos de Estelí”, las cuales carecen de servicios básicos como energía eléctrica, alcantarillado sanitario y abastecimiento de agua potable, siendo esta última la prioridad de este estudio.

El proyecto pretende estudiar las posibles fuentes para el abastecimiento de la localidad, proponer y diseñar una red de abastecimiento, que beneficiará a 671 familias brindando las 24 horas un servicio continuo y de calidad, con un periodo de diseño proyectado a 20 años.

Con la ejecución del mencionado proyecto se espera obtener que las familias ocupantes del Barrio “Ciudadela los Altos de Estelí” cuenten con total acceso al servicio de agua potable de calidad y en cantidades suficientes para el periodo de diseño determinado.

1.4) Objetivos

1.4.1) Objetivo general

Diseñar un sistema de agua potable para 4,100 habitantes en el proyecto de Barrio Los altos de Estelí, en el Departamento de Estelí.

1.4.2) Objetivos específicos

1. Estudiar las fuentes de abastecimiento cercanas al Barrio en desarrollo, y realizar las pruebas pertinentes para el aprovechamiento de estas.
2. Hacer un estudio socioeconómico de los barrios cercanos a la Lotificación.
3. Realizar estudio topográfico para la urbanización en cuestión, extrayendo y analizando todos los datos que sean relevantes para el diseño de la red.
4. Dimensionar hidráulicamente todos los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable.
5. Realizar el análisis preliminar de impacto ambiental orientado a determinar alcance de los problemas ambientales.
6. Estimar los costos del sistema de agua potable basado en los precios actuales del mercado tanto de mano de obra como materiales e insumos.

1.5) DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La lotificación en estudio está ubicada al costado Noroeste del Municipio de Estelí en el Departamento de Estelí, la localidad se encuentra a 1.5 km al Sur- Este hacia la rotonda FAREM – Estelí, colinda con los barrios Villa Cuba, La Montañita y está próxima a una quebrada proveniente del río Estelí.

Actualmente el terreno tiene una extensión de 22.5 hectáreas, ubicado en coordenadas aproximadas **UTM-WGS84: 13,111782N-86,38275E**, su topografía predominante es inclinada con pendientes entre 5 y 10%. No se encuentra habitado y es propiedad de una cooperativa de bienes raíces (COVISCOF) quien destinará los lotes para uso residencial dirigida a la población de clase media alta, cuya actividad económica está basada principalmente en ganadería, agricultura, empleos en fábricas tabacaleras y negocios propios.

Las características climáticas del municipio de Estelí en donde se encuentra ubicada la zona en estudio son de sabana tropical con una temperatura media anual de 22.3° C, las mayores temperaturas se registran en los meses de abril a mayo y las menores en diciembre y enero.

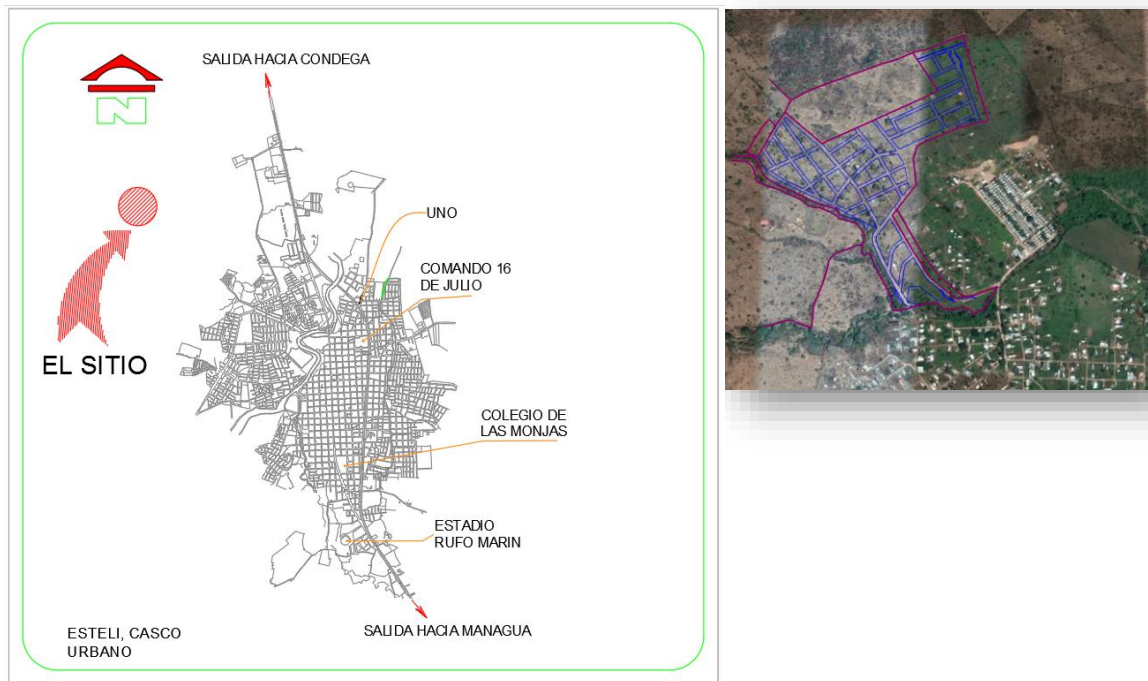
Según el Instituto de Estudios Territoriales (INETER), se caracteriza por la existencia de dos estaciones bien marcadas; la lluviosa de mayo a octubre, durante la cual cae la mayor parte de la precipitación y la seca que se inicia en noviembre y termina en Abril; su precipitación media es de 924mm.

Ilustración - 2: Mapa de macro localización del área de estudio



Fuente: Elaboración propia

Ilustración - 1: Mapa de micro localización del área de estudio



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

Generalidades

Las obras de agua potable no se diseñan para satisfacer solo una necesidad del momento actual, sino que deben prever el crecimiento de la población en un periodo de tiempo prudencial que varía entre 10 y 40 años; siendo necesario estimar cual será la población futura al final de este periodo. Con la población futura se determina la demanda de agua para el final del periodo de diseño.

A continuación, se describe la base teórica y criterios de diseño necesarios para la formulación de proyectos de agua potable en zona urbana, basados en la norma nacional.

2.1) Captación y principales fuentes de abastecimiento

El manual de diseño (CONAGUA, 2007) expresa lo siguiente acerca de las posibles fuentes de abastecimiento para proyectos de agua potable:

Las fuentes de abastecimiento por lo general deben ser permanentes y suficientes, de no ser así se busca la combinación de otras fuentes de abastecimiento para suplir la demanda. Pueden ser fuentes superficiales (ríos, lagos, mar) o subterráneas (acuíferos)

2.1.1) Tipos de captación

Captación de aguas superficiales

Las aguas superficiales son aquellas que escurren en los cauces y presentan una superficie libre sujeta a la presión atmosférica. Estas requieren obras de captación que generalmente utilizan equipos de bombeo para su aprovechamiento directo, con previo tratamiento, en función de parámetros de calidad exigidos por normas actuales.

Captación de aguas subsuperficiales

Se refiere el término “subsuperficial” al agua que infiltra a escasa profundidad, el nivel del agua freática se encuentra a escasa profundidad. Ésta es de buena calidad y de económica captación.

Captación de aguas subterráneas

Un cuerpo de agua subterránea presenta diversas ventajas con relación a los cuerpos superficiales ya que, por el lado de la calidad del agua, la filtración natural hace menos costoso el tratamiento que deba darse a esta para tornarla potable.

2.1.2) Aforo

El aforo es la operación para medir el caudal, es decir el volumen de agua por unidad de tiempo y este se mide en lts/seg. Según (Suarez R, 2012) los métodos más conocidos para medir caudales son los siguientes:

- Método Volumétrico
- Método Área Velocidad
- Dilución con Trazadores
- Método área Pendiente
- Vertederos de Aforo

2.1.3) Calidad de agua

El artículo 5 de la Norma regional (CAPRE, 1994) establece los requisitos básicos, a los cuales debe responder la calidad del agua suministrada en los servicios para consumo humano y para todo uso doméstico, independientemente de su estado, origen o después de su tratamiento.

El objetivo de esta Norma es proteger la salud pública y, por consiguiente, ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes o características del agua que pueden representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para

la preservación de los sistemas de abastecimiento del agua, así lo indica el artículo 3 de la norma Regional (CAPRE, 1994).

2.2) Estudio Socioeconómico

Para hacer el análisis de un estudio socioeconómico se considera como objetivo principal obtener un conocimiento lo más aproximado posible de la estructura socioeconómica de la zona de influencia del proyecto en cuestión, sus potencialidades y limitaciones en lo que ha desarrollo económico y mejora en la calidad de vida se refiere (Pardo, 1987).

Frente a una necesidad social, la ingeniería puede brindar respuestas óptimas técnicamente, oportunas en el tiempo y eficientes en lo económico, soluciones que se plasman en proyectos hidráulicos. De esta manera se ofrece a la sociedad una serie de respuestas a sus necesidades.

2.3) Topografía

La topografía según Huidel (2017) “trata de establecer un control en la configuración de un terreno y de elementos artificiales, naturales se pueden encontrar a través de medidas que se representan en mapas o planos con técnicas apropiadas”.

Criterios de un Levantamiento topográfico para proyectos de agua potable.

El punto de partida de cualquier levantamiento topográfico es la Red Geodésica Nacional, deberá cumplir con las recomendaciones que al respecto indique el INETER. El levantamiento topográfico se deberá amarrar por lo menos a dos puntos aprobados por INETER, convenientemente referenciados de tal manera que pueda reconstruirse a partir de ellos el levantamiento de campo, presentándose los resultados en coordenadas UTM (INAA, 2001).

2.4) Diseño Hidráulico

El sistema de agua potable es un conjunto de tuberías que partiendo de la captación conducirá el agua al reservorio para su almacenamiento y posterior distribución a través de la red y las conexiones domiciliarias.

El diseño hidráulico completa el dimensionamiento de toda la red de tubería para lo cual se calculan las pérdidas de carga de las diferentes combinaciones de diámetros y longitudes de tuberías, manteniendo la tolerancia de presión en la subunidad y calculándose un requerimiento total de presiones (INAA, 2001).

2.4.1) Demanda poblacional

El Punto de partida para evaluar un proyecto debe ser la identificación de la demanda y de los posibles beneficios.

La población de proyecto es la cantidad de personas que se espera tener en una localidad al final del período de diseño del sistema de agua potable y alcantarillado. La dotación o la demanda per cápita, es la cantidad de agua que requiere cada persona de la población, expresada en litros/habitante/día. Conocida la dotación, es necesario estimar el consumo promedio diario anual, el consumo máximo diario y el consumo máximo horario. (CONAGUA , 2016)

2.4.2) Métodos de cálculo para estimación de la población futura

La base de cualquier tipo de proyección de población son los censos. En Nicaragua, esta información se obtiene en las siguientes instituciones:

El Instituto Nicaragüense de Información de Desarrollo (INIDE), el cual maneja toda la información relacionada con las poblaciones del país. Allí se pueden encontrar los documentos de los últimos censos realizados en los años 1938, 1950, 1963, 1973, 1995 y 2005. Información proveniente de Instituciones propias del lugar, tales como: Alcaldías, ENEL, ENACAL y programa de erradicación de la malaria del MINSA.

En caso de que no hubiera datos confiables sobre la población actual de la localidad en estudio, se podrán realizar censos y/o muestreos de la población bajo el asesoramiento directo de INIDE.

La normativa (INAA, 2001) - NTON 09-003-99 (Norma Urbana) propone los siguientes métodos para el cálculo de población futura:

- Método aritmético

- Tasa de crecimiento geométrico
- Tasa de crecimiento a porcentaje decreciente
- Método gráfico de tendencia
- Método gráfico comparativo
- Método por porcentaje de saturación

2.4.3) Conducción

La denominada “línea de conducción” consiste en todas las estructuras civiles y electromecánicas cuya finalidad es la de llevar el agua desde la captación hasta un punto que puede ser un tanque de regularización, una planta de tratamiento de potabilización o el sitio de consumo.

De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento de agua, se distinguen dos tipos de línea de conducción:

- Conducción por gravedad
- Conducción por bombeo

2.4.4) Dimensión de la línea de conducción

Para la determinación del diámetro óptimo, deberá elaborarse el análisis económico, tomando en cuenta los costos anuales del consumo de energía, costo de las tuberías y los costos totales de operación y mantenimiento a través del tiempo. La alternativa que presente los menores costos fijará el diámetro más económico. (INAA, 2001)

2.4.5) Diseño hidráulico en la conducción

Para el diseño de la línea de conducción según INAA (1976) se considera que la ubicación y trazado será determinado tomando en cuenta las características topográficas y geotécnicas del suelo, considerando una serie de factores para su efectividad explicados a detalle en la Norma Urbana.

Otro aspecto fundamental es la velocidad de diseño, que esta no debe de exceder los 1.5 m/s ni ser menor a 0.6 m/s con lo cual se determinará el tipo de tubería y el

material de la misma. Así como el cálculo hidráulico de las pérdidas por fricción será determinado por la fórmula de Hazen-William u otras similares.

2.4.5.1) Golpe de ariete

Golpe de ariete es el término usado para denominar el choque producido en una conducción por una súbita disminución en la velocidad del fluido.

Según Melgara Rugama (2013) “El correcto estudio de golpe de ariete es fundamental en el dimensionamiento de las tuberías, ya que un cálculo erróneo puede conducir a:

1. Un sobredimensionamiento de las conducciones, con la que la instalación se encarece de forma innecesaria.
2. Tubería calculada por defecto con el consiguiente riesgo de que se produzca una ruptura.

2.4.5.2) Distribución por bombeo

Cuando el sistema exige ser diseñado por bombeo, se requiere considerar un caudal de bombeo suficiente para abastecer el consumo máximo diario en un determinado período de bombeo. Para determinar el caudal de bombeo es importante definir antes el período de bombeo, el cual se obtiene en función del caudal que proporciona la fuente; en este caso se determina por medio del que se necesita para abastecer a todas las viviendas en este proyecto (Cutzal Muz, 2007).

Es importante aclarar que el equipo de bombeo es el que debe preverse para un período de 10 años.

La selección de la bomba se hace tomando en cuenta diversos factores para su efectiva operación y óptimo mantenimiento mencionados a detalle en la Norma Urbana INAA (1976).

2.4.5.3) Estación de bombeo

Las estaciones de bombeo son estructuras destinadas a elevar un fluido desde un nivel energético inicial a un nivel energético mayor. Un equipo de bombeo consiste principalmente de dos elementos, una bomba y su accionador.

El sistema de bombeo tiene como objeto elevar la presión del fluido térmico para vencer la resistencia que opondrá el circuito a su circulación. Las presiones de trabajo deben ser tales que se garanticen en todo momento que el fluido permanece en estado líquido y que no hay vaporización.

Para el diseño de la estación de bombeo la INAA (1976) indica que se deben tener en cuenta consideraciones básicas como la arquitectura y alrededores de la estación, deberá ser construida con materiales a prueba de humedad e incendio.

Para la selección del sitio de ubicación se deben considerar factores como protección de calidad de agua, eficiencia hidráulica, topografía del terreno, entre otros.

Cuando el sistema incluye almacenamiento posterior a la estación de bombeo, la capacidad de ésta se calculará en base al consumo máximo diario. Cuando el sistema no incluye almacenamiento, la capacidad de la estación se calculará en base al consumo máximo horario.

2.4.6) Almacenamiento

“Un tanque de almacenamiento o de regulación es aquel que cumple con una doble función: la de recolectar el agua y la de regular el funcionamiento de la red” (Ing. Ronny Danilo Luna Jirón, 2012).

Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivo, suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua.

En el proyecto de cualquier sistema de abastecimiento de agua potable, deben de diseñarse los tanques que sean necesarios para el almacenamiento, de tal manera que éstos sean todo el tiempo capaces de suplir las máximas demandas que se presenten durante la vida útil del sistema, además que también mantengan las reservas suficientes para hacerles frente, tanto a los casos de interrupciones en el suministro de energía, como en los casos de daños que sufran las líneas de conducción o de cualquier otro elemento (INAA, 2001).

Los criterios tomados en cuenta para el dimensionamiento del tanque según la INAA (1976) son:

- Capacidad mínima
- Localización
- Clases de tanque
- Tipos de tanque

2.4.6.1) Localización

Los tanques de almacenamiento deberán estar localizados en zonas próxima al poblado y tomándose en cuenta la topografía del terreno, de tal manera que brinden presiones de servicios aceptables en los puntos de distribución.

2.4.6.2) Clases de tanques

- Mampostería
- Hormigón armado
- Acero
- Plástico

2.4.6.3) Tipos de tanques

- Tanques sobre el suelo
- Tanques elevados
- Tipo Cisterna

2.4.6.4) Clasificación de tanques

- Tanques de distribución
- Tanques de compensación
- Tanques reguladores

2.4.6.5) Limpieza y desinfección

Los tanques de almacenamiento permanentes usualmente están equipados con una válvula de limpieza interna que permite extraer el agua de la base. Es mejor usar esta última, en vez de la válvula normal de salida.

Con lo que se refiere a la desinfección del tanque de agua potable se puede emplear la siguiente alternativa:

- a) Se realizará mediante el rocío de Hipoclorito de Sodio al 10% a todas las paredes y se espera un lapso de diez minutos, luego se enjuaga bien toda el área aplicada y se extrae toda el agua del enjuague.
- b) Cuando se haya concluido los procedimientos de limpieza y desinfección de los tanques, se verifican las llaves, válvulas y el sistema de flotación si posee, posteriormente se colocan las tapas y se deja llenando el tanque de agua potable. (Empresas de Grupo ALTO, 1995)

2.4.7) Redes de distribución

La red de distribución es la parte de la red que conduce el agua a todos los puntos donde se requiere el servicio. Se diseña para satisfacer los requerimientos máximos de agua que pueden ser de tipo doméstico, comercial, industrial y público. Deberá satisfacer el régimen variable de demandas de agua con las presiones máximas y mínimas adecuadas en cualquier momento (CONAGUA, 2007).

Análisis hidráulico y pérdidas de carga

La presión mínima residual en la red principal será de 14.00 mts; la carga estática máxima será de 50.00 mts. Se permitirán en puntos aislados, presiones estáticas

hasta de 70.00 mts., cuando el área de servicio sea de topografía muy irregular (INAA, 2001).

El análisis hidráulico nos permite la selección de los diámetros de las tuberías para cumplir con todos los parámetros requeridos y no incurrir en gastos innecesarios evitando pérdidas de carga elevadas y velocidades fuera de un rango aceptable. Los métodos utilizados para este análisis según (INAA, 2001) son:

- 1) Seccionamiento.
- 2) Método de relajamiento o de pruebas y errores de Hardy Cross.
- 3) Método de los Tubos Equivalente.
- 4) Análisis mediante computadora.

2.4.8) Conexiones domiciliarias

Las conexiones intradomiciliarias son el conjunto de cañerías y accesorios que permiten a la población contar con el servicio de agua potable y saneamiento básico, mediante una conexión a la red principal. (SENASBA, 2014)

El diámetro mínimo de cada conexión según la INAA (1976) será de $\frac{1}{2}$ (12.5 mm) pulgada. Toda conexión domiciliar deberá estar siempre controlada por su medidor correspondiente o por un regulador de flujos.

2.5) Impacto ambiental del proyecto

Se llama Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) al procedimiento técnico-administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno en caso de ser ejecutado, todo ello con el fin de que la administración competente pueda aceptarlo, rechazarlo o modificarlo.

Cuando realizamos obras de saneamiento, tanto en agua potable y alcantarillado, ocasionamos Impacto Ambiental como una consecuencia de alterar el medio ambiente (Busamante, 2016).

Método de Leopold

El método de Leopold está basado en una matriz de 100 acciones que pueden causar impacto al ambiente representadas por columnas y 88 características y condiciones ambientales representadas por filas. Como resultado, los impactos a ser analizados suman 8,800. Dada la extensión de la matriz se recomienda operar con una matriz reducida, excluyendo las filas y las columnas que no tienen relación con el proyecto (Evaluación del Impacto Ambiental, 2013).

2.6) Estimación de costos del proyecto

En la elaboración de obras hidráulicas de sistemas de abastecimiento de agua potable un presupuesto determina detalladamente cada uno de los costos de los materiales y actividades involucradas para llevar a cabo el proyecto de diseño de la red de abastecimiento de agua potable.

Luego de gestionar los alcances se elabora una proyección de costos que debe incluir todos los precios relacionados con el objetivo del proyecto y debe coincidir con lo establecido en los aspectos técnicos. El presupuesto sirve para estar al tanto del uso de la inversión total del proyecto, conocer las actividades críticas y más costosas, hacer comparaciones de servicios y materiales que ofrece el mercado y el mejor uso de los recursos disponibles.

Costos directos: Son aquellos gastos que se tienen que efectuar para construir la obra, los cuales se refieren a mano de obra, maquinaria, transporte y material que quede físicamente incorporado en la obra.

Costos indirectos: Son todos aquellos gastos que se hacen para llevar a cabo la administración de la obra incluye salarios, gastos legales, fianzas, depreciación de vehículos imprevistos etcéteras.

Impuestos: Los impuestos son prestaciones en dinero, al Estado y demás entidades de Derecho Público, que las mismas reclaman en virtud de su poder coactivo, en forma y cuantía determinadas unilateralmente y sin contraprestación especial con el fin de satisfacer las necesidades colectivas. (Flores Zavala, 1946)

CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

3. DISEÑO METODOLOGICO

3.1) Fuentes de abastecimiento

A continuación, se detalla el procedimiento de estudio y análisis para el aprovechamiento de la fuente.

3.1.1) Ubicación de la fuente

Se realizó una visita de campo al sitio y por medio de un dispositivo GPS (Spectra Precisión SP60, con precisión en tiempo real de 25cm en horizontal, y 50cm en vertical) se comprobaron las coordenadas determinado la localización de la fuente en estudio con una precisión aproximada, posteriormente hicimos un análisis de estos datos con la ayuda del software ArcMap 10.5 utilizando fotografías satelitales (Rasters - DEM) proporcionados en la web de la NASA con el fin de determinar las siguientes propiedades morfométricas de la cuenca:

- Perímetro
- Área
- Gradiente
- Elevación máxima y elevación mínima

3.1.2) Aforo

Para determinar el caudal que puede brindar la fuente para el diseño del sistema de abastecimiento, se empleó el método de aforo con bomba controlando caudal y nivel de agua, que consiste en asignar un caudal de bombeo determinado al pozo perforado y controlar el nivel estático y dinámico de la fuente y por un periodo prudencial de tiempo y después del abatimiento de la fuente determinar un consumo específico, es decir caudal de explotación por unidad de longitud.

$$CE = \frac{Qb}{|NEA - NB|}$$

Donde:

Qb: es el caudal de bombeo (gpm)

NEA: nivel estático de agua antes de la explotación en pies

NB: Nivel más bajo de agua después del abatimiento en pies

3.2) Estudio socioeconómico

Se realizaron encuestas y visitas a los barrios colindantes a la lotificación en estudio para conocer las condiciones socioeconómicas de la población futura que se beneficiará del proyecto. Todo esto tomando en cuenta las recomendaciones establecidas por el FISE para estudios de proyectos de agua las cuales mencionan lo siguiente:

Tabla - 1: Recomendación del FISE para encuestas en proyectos de agua potable

No. Viviendas por comunidad (rangos)	% de Vivienda a Encuestar
1-150	100%
151- 200	75%
201- 300	50%
301 >	30%

Fuente: (FISE, 2008)

3.2.1) Pruebas para calidad de agua

Se realizaron los estudios hidrológicos pertinentes para verificar la calidad de agua y tras los resultados obtenidos se propone a la empresa COVISCOF realizar estudios para el tratamiento más adecuado y así proporcionar un servicio de calidad para la población.

3.3) Estudio topográfico

A Continuación, se muestran los procedimientos para realizar el estudio topográfico correspondiente al proyecto.

Reconocimiento del terreno

Se estableció fecha para realizar visita de campo al sitio, tomando en cuenta previamente mapas proporcionados por la empresa COVISCOF, fotos satelitales, entre otras herramientas que fueron necesarios para tener información de la ubicación y próxima a levantar el relieve donde se diseñó la obra.

Levantamiento topográfico

Se aplicó un levantamiento de poligonal cerrada para recopilar longitudes, ángulos y elevaciones, y así representar gráficamente el terreno con todos sus detalles.

Levantamiento de datos de campo

Primeramente, se movilizaron y prepararon los equipos a utilizar: estación total Leica FlexLine TS06 PLUS con precisión en distancia de $1.5 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$, cinta métrica de 100 metros, estacas, plomada, maso.

Una vez realizado esto, se ubicaron los puntos de control previamente generados para la realización del levantamiento, por medio de GPS, siempre teniendo en cuenta que la precisión en el equipo para la generación de datos.

Se determinó la mejor ubicación del vértice de inicio, para confirmar la poligonal base (cerrada) que va a conformar la estructura del levantamiento, delimitando la poligonal con estacas como guías al punto de referencia y se procedió a limpiar el área alrededor para eliminar obstáculos.

Se realizó el levantamiento desde la zona de captación hasta donde se pretende edificar el tanque de almacenamiento con una medición continua de coordenadas, distancias horizontales y verticales a los demás puntos a levantar para la generación del plano topográfico.

Los levantamientos topográficos para realizar el diseño correspondiente deberán cumplir con los requisitos de precisión, cierre y técnicas que se indican a continuación:

1. El levantamiento altimétrico deberá referenciarse obligadamente a un BM Geodésico. Se harán estacionamientos no mayores de 20 m y se tomarán todos los accidentes que se presenten entre estos estacionamientos, tales como cauces, depresiones, cunetas, alcantarillas y otras tuberías existentes, etc.
2. Se deberá conformar al menos una poligonal cerrada de manera que se logre comprobar el cierre.
3. La precisión lineal no deberá ser menor de $1/3000$. En el caso de poligonales cerradas el error angular ***Ea*** deberá ser igual o menor de $n\frac{1}{2}$ siendo n el número de ángulos del polígono y ***Ea*** expresado en segundos sexagesimales.
4. En lugares convenientemente ubicados que garanticen su conservación, se colocarán mojones que permitan el replanteo del polígono, éstos deberán colocarse antes del inicio de las mediciones y no se permitirá su colocación posterior al levantamiento. Los mojones consistirán en un cilindro de concreto simple de 0.10 m de diámetro y 0.80 m de largo con una varilla de acero de $\frac{3}{4}$ " en el centro, sobre saliendo de la superficie del suelo 0.05 m.
5. El error de cierre en nivelación E_n deberá ser igual o menor que $30(L)\frac{1}{2}$ siendo L la longitud nivelada en km. y E_n expresado en ***mm.***
6. Las curvas de nivel tendrán un intervalo de 0.50 m a 1.00 m y en terreno accidentado el intervalo será mayor.
7. A los predios para estaciones de bombeo, planta de tratamiento, etc., se les deberá efectuar, una descripción detallada de los mismos.

Procesamiento de datos

Una vez concluida las operaciones de campo se procedió al trabajo y operaciones en oficina, reflejando la información obtenida de los instrumentos en formato xlsx. (Excel) y ordenándola con códigos de leyendas adquiriendo los siguientes parámetros:

- Coordenadas cartesianas de todos los puntos.
- Distancias entre puntos.
- Ángulos entre alineamientos.
- Alturas relativas de puntos.
- Áreas de parcelas.

Planos definitivos

Se Importaron los datos generados anteriormente en formatos compatibles a programas de diseño y cálculos topográficos (Civil3D), representando puntos levantados en el modelo.

Posteriormente se generaron curvas de nivel del área ajustándola a los criterios y necesidades que el proyecto.

Se utilizaron escalas para los planos según las normas de INAA: Las escalas podrán ser las siguientes: Ubicación general, 1:5000 Planta general, 1:1000 Perfiles: Horizontal 1:1000 – Vertical 1:100 o bien Horizontal: 1:500 – Vertical: 1:50 Detalles: 1:10, 1:20, 1:50, 1:100.

3.4) Diseño hidráulico

Según los datos obtenidos del estudio topográfico, se definió la ubicación de la línea de conducción de la manera más favorable. Para este trazado tomamos en cuenta que esta debe ser cerrada y a presión, lo más directa posible hasta el lugar de almacenamiento, evitando que atravesase por lugares de difícil acceso, que siempre se encuentre bajo la línea piezométrica como mínimo a unos 5 metros, todo esto según norma NTON 09-003-99 (Norma Urbana) de agua potable.

3.4.1) Estudio de la demanda

A continuación, se detallan los métodos y normas para realizar el estudio de la demanda.

3.4.2) Proyección por método de saturación

Se proyectó la población de la urbanización “Ciudadela los Altos de Estelí” mediante el método de saturación. Considerando el número de lotes vacíos que representarán el número de viviendas futuras y proponiendo un índice habitacional de 6 personas por lote.

$$Pt = Nv * Ih$$

Donde:

Pt: Población total Saturada

Nv: Número de viviendas

Ih: Índice Habitacional

3.4.3) Dotaciones

Las dotaciones que servirán para determinar el consumo se tomarán en la norma las cuales se presentan en la tabla (INAA, 2001) NTON 09-00399 Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización de Agua.

3.4.4) Consumo

Considerando el número de habitantes por lote obtenidos mediante la proyección por método de saturación, la demanda y consumo de agua se calculó como lo establece la norma NTON 09-003-99.

Según la cooperativa COVISCOF todos los lotes tienen como destinos ser tomas domiciliarias. Por lo tanto, no se tomarán en cuenta factores porcentuales indicados por la Norma (INAA, 2001) NTON 09-00399 Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización de Agua.

3.4.5) Obra de toma

Se estableció el conjunto de estructuras en la zona de captación, que permiten explotar de forma adecuada y eficiente el agua disponible en la fuente, para beneficio de la población, añadiendo una estación de bombeo que dirige el flujo a la línea de conducción y posteriormente al tanque.

Criterios para descarga

1. Debe elaborarse un estudio económico comparativo entre varios diámetros para escoger el más apropiado de la tubería de impulsión.
2. Las ampliaciones en la descarga serán concéntricas.
3. En la descarga o sarta de la bomba debe proyectarse una válvula de compuerta.
4. El diámetro de la sarta está definido por el diámetro del medidor de agua. Según especificaciones AWWA C-704.
5. Cuando sea necesario, debe proyectarse una válvula de alivio para proteger la instalación del golpe de ariete.

Equipos eléctricos

De acuerdo con el tipo de bomba a instalarse se tienen motores eléctricos verticales que se emplean para bombas centrífugas en pozos profundos, motores eléctricos sumergibles y motores para bombas horizontales con capacidad de uso corriente dados por los fabricantes que oscilan desde los 3, 5, 7, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 100, 125, 150 hasta 200 HP. Se tiene que considerar como norma emplear un factor de 1.2 para calcular los HP del motor en base a los HP de la bomba, debido a las pérdidas mecánicas por fricción en el eje y cabezal de descarga de la bomba

3.4.5.1) Potencia equipo de bombeo

La potencia de la bomba debe garantizar el buen funcionamiento del sistema, para obtener la potencia necesaria se utiliza la siguiente formula:

$$Pot = \frac{CDT * \rho * g * Qb}{746 * e}$$

Donde:

Pot : Potencia de la bomba (Hp)

Qb : Caudal de bombeo (m³/seg)

g : Gravedad (m/s^2)

ρ : Densidad del Agua (kg/m^3)

CDT : Carga dinámica total (mca)

Eficiencia del sistema

La eficiencia del sistema depende del punto de trabajo que se intercepte con la curva característica de la bomba, y determina la capacidad con la que el motor transforma la energía eléctrica en energía mecánica y la bomba a su vez transforma la energía mecánica en energía hidráulica.

$$e = e_m * e_b$$

Donde:

e : Eficiencia del sistema (%)

e_m : Eficiencia del motor (%)

e_b : Eficiencia de la bomba (%)

Criterios para cálculo de potencia

1. Considerar Succión 1 m/s
2. Calcular las pérdidas totales (Hazen-William)
3. Calcular n_{psh} por sus siglas en inglés (requerido y calculado)
4. Selección de la bomba en base a Caudal Q y carga dinámica total
5. Dibujo de la línea piezométrica y línea de instalación
6. Se recomienda que dicho período de bombeo sea de 8 a 12 hrs

El resultado obtenido sirvió para definir el tipo de bomba, tomando en cuenta las características de funcionamiento y capacidad del equipo de bombeo.

3.4.6) Línea de conducción por bombeo

Para el diseño de una línea de conducción por bombeo, se hizo uso de una fuente exterior de energía, para impulsar el agua desde la toma hasta la altura requerida,

venciendo la carga estática y las pérdidas por fricción originadas en la tubería al trasladarse el flujo.

Golpe de ariete

Los sistemas de conducción por bombeo están sujetos a paradas e interrupciones bruscas, acción que puede provocar sobrepresiones por el denominado golpe de ariete.

Se calculó el golpe de ariete a partir de los datos obtenidos en la línea de conducción como lo son velocidad y longitud, esto con la siguiente formula establecida por Allievi:

$$G.A = \frac{c * V}{g}$$

Donde:

C: Velocidad de la onda (m/s)

V: Velocidad media del flujo de la tubería (m/s)

g: Aceleración de la gravedad (m/s²)

Criterios para la línea de conducción

1. Para el cálculo hidráulico, las pérdidas por fricción se determinarán por el uso de la fórmula de Hazen-William u otra similar.
2. Se dimensionará para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño, el cual se estima en 1.5 del consumo promedio (CMD=1.5 * CPD, más las pérdidas).
3. La tubería de descarga deberá ser seleccionada para resistir las presiones altas y deberán ser protegidas contra el golpe de ariete instalando válvulas aliviadoras de presión en las vecindades de las descargas de las bombas.

3.4.7) Tanque de almacenamiento

Se diseñó un tanque de almacenamiento ubicado lo más cercano posible a la red de distribución para producir en la medida de lo posible presiones uniformes en todos los elementos de la red.

Se eligió un tipo de tanque según las consideraciones económicas y que aporta la capacidad necesaria para cumplir con la demanda.

Criterios para el tanque de almacenamiento

1. Volumen compensador: Agua necesaria según los cálculos de consumo: Para poblaciones de 20000 habitantes o menos este valor será del 25%
2. De tratarse de una población mayor este valor deberá calcularse con curvas de consumo acumulado de una población similar o mayor que ya cuente con un sistema.
3. Reserva para emergencias: se sugiere un valor del 15%
4. Reserva para combatir incendios
5. Los tanques de almacenamiento deberán estar localizados en zonas próxima al poblado y tomándose en cuenta la topografía del terreno.
6. De acuerdo a las necesidades se debe sugerir una clase de tanque y un tipo de tanque.

Método de cálculo para volumen de tanque

Como guía de predimensionamiento se puede emplear la siguiente relación empírica:

$$h = \frac{Vol}{3} + k \quad a = \sqrt{\frac{Vol}{h}}$$

Donde:

h : Altura del tanque (m)

Vol : Volumen del tanque (m³)

a : Dimensión lateral del tanque (m)

K : Coeficiente en ciento de metros cúbicos

Adicionalmente se hizo una simulación con el software **WaterCAD** con el motor de cálculo de **Epanet 2.0**, para determinar el tirante que se ajusta a las condiciones topográficas de las localidades. A su vez, esta modelación colaboró a estimar la altura a la que deberá estar el tanque propuesto, que este asegure requisitos de presión en los nodos, velocidades en las tuberías y que reduzca de manera efectiva las pérdidas hidráulicas.

3.4.8) Red de distribución

La red se diseñó con un conjunto de tuberías, válvulas y accesorios necesarios, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento. Para su diseño se consideró la condición del consumo de hora máxima al final del período de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario.

$$CMH = 2.5 * CPD + Q_{perd}$$

Donde:

CMH : Consumo máximo horario (l/seg)

CPD : Consumo Promedio diario (l/seg)

Q_{perd} : Caudal de perdidas por fugas (l/seg)

La red se analizó en las condiciones establecidas por el método de Hardy Cross, ejecutado a través del software **WaterCAD** con el motor de cálculo de **Epanet 2.0**, conociendo criterios básicos de velocidad, presiones y diámetros de tuberías determinamos los circuitos principales y se procedió a definir la salida de cada punto de concentración, procurando salidas entre los 200 y 300 metros. La magnitud de salida se establece según la cantidad de viviendas en influencia para cada nodo.

Criterios para el diseño de la red

Se tomaron en cuenta los parámetros de diseño proporcionados por la Norma Técnica Obligatoria (NTON) estos son:

1. Coeficiente de capacidad hidráulica (C) que para este caso será de 150 (Cloruro de Polivinilo PVC).

2. Caudal unitario por vivienda (Qu). Este se calcula para cada ramificación y se recurre al caudal de distribución y al número de vivienda por cada ramificación, siendo:

$$Q_u: \frac{Q_d}{T_v}$$

3. Velocidad de flujo (v). Según norma debe estar en el rango de 0.6 m/s y 2 m/s y se calcula:

$$V = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2}$$

En donde el diámetro de diseño utilizado es el mínimo de 2 pulgadas.

4. Presiones, en donde la mínima en la red principal debe ser de 14m y la carga estática máxima de 50m.

5. Colocación de accesorios: estos accesorios son de vital importancia y no deben de faltar en la red de distribución.

6. Válvulas de pase: deben colocarse a no más de 400 m y con su debida protección.

7. Válvulas de limpieza: se colocan en puntos extremos.

8. Válvulas reductoras de Presión: si son exigidas por la topografía.

Aspectos fundamentales a considerar: Según la (INAA, 2001) NTON 09-003-99 Norma Urbana en el diseño de la red de distribución de una localidad, se debe de considerar los siguientes aspectos fundamentales:

- a) El diseño se hará para las condiciones más desfavorables en la red, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el período de diseño.
- b) Deberá de tratarse de servir directamente al mayor porcentaje de la población dentro de las viviendas, en forma continua, de calidad aceptable y cantidad suficiente.
- c) La distribución de los gastos, debe hacerse mediante hipótesis que esté acorde con el consumo real de la localidad durante el período de diseño.
- d) Las redes de distribución deberán dotarse de los accesorios y obras de artes necesarias, con el fin de asegurar el correcto funcionamiento, dentro de las normas establecidas y para facilitar su mantenimiento.
- e) El sistema principal de distribución de agua puede ser de red abierta, de malla cerrada, o una combinación de ambas y se distribuirán las tuberías en la planimetría de la localidad, tratando de abarcar el mayor número de viviendas mediante conexiones domiciliarias.

3.4.9) Conexiones domiciliarias

La (INAA, 2001) NTON 09-003-99 - Norma Urbana, dice que el diámetro mínimo de cada conexión será de $\frac{1}{2}$ (12.5 mm) pulgada. Toda conexión domiciliar deberá estar siempre controlada por su medidor correspondiente o por un regulador de flujos.

3.4.10) Planos de diseño de red

Después de obtener diseños definitivos se procedió a la elaboración de juegos de planos de todos los elementos del sistema de abastecimiento.

1. Plano de Estación de bombeo.
2. Plano de Tanque.
3. Plano de Línea de impulsión y red.
4. Planos de detalles.

3.5) Evaluación de impacto ambiental

El Estudio Ambiental Preliminar (EAP) se realizó específicamente orientado a determinar el alcance de los problemas ambientales que generará el sistema de

abastecimiento de agua propuesto y a estudiar las ventajas y desventajas, según criterios ambientales, de las distintas alternativas técnicas del mismo.

Para la evaluación cualitativa nos apoyamos con la herramienta metodológica elaborada por el Fondo Social de Emergencia (El nuevo FISE), indicada para los proyectos clasificados en la categoría ambiental IV.

Este instrumento permitirá evaluar los siguientes aspectos:

- Peligrosidad del sitio debido a factores naturales o antrópicos que pueden dañar al proyecto.
- Efectos ambientales negativos del proyecto.
- Aspectos legales, técnicos y normativos del proyecto que entre en contradicción con el marco jurídico.
- Efectos sociales indeseables generados por el proyecto.

Matriz de Leopold

Se utilizaron variables e indicadores de dichas obras y tareas a fin de establecer una matriz de Leopold que permita la fácil comprensión y el análisis de los distintos alcances de impacto ambiental sobre la zona.

3.6) Estimación de costos del proyecto

Se realizó un análisis de costo de las actividades involucradas en el proyecto según el catálogo actualizado del FISE. Luego de esto se colocan en una hoja de formato .xlsx los precios concernientes a las actividades.

Después de haber realizado la estimación de los cálculos de las actividades del proyecto, incluyendo la evaluación de volumen de obra se procedió efectuando lectura e interpretación de planos haciendo uso de las diferentes plataformas como lo son AutoCAD o bien Civil3D, de esta forma también se hacen revisiones de especificaciones técnicas de los mismos.

Pruebas de laboratorio

Se procedió a llevar muestras de la fuente a un laboratorio debidamente certificado para que este se encargue de verificar la calidad de agua que proporciona la fuente.

Proyección de costos totales

Basados en los resultados anteriores, se calculó el estimado de volúmenes de obras y costos, siendo congruentes con las etapas, sub etapas y actividades constructivas o de desarrollo, valorando tanto costos directos como indirectos.

Una vez realizada la estimación y cálculo de costos totales se mostraron en una hoja de cálculo con formato .xlsx (Excel)

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS, PRESENTACIÓN Y DESARROLLO DE RESULTADOS

4. RESULTADOS

4.1) Fuente de abastecimiento

A continuación, se detallan los resultados del estudio y análisis para el aprovechamiento de la fuente.

4.1.1) Ubicación de la fuente

Clima y precipitación:

En base a la clasificación climática de Köppen, la zona se encuentra principalmente dentro de la categoría Clima Caliente y Subhúmedo con lluvias en verano (AW1). Este tipo de clima se caracteriza principalmente por presentar una estación seca, de noviembre a abril; y una lluviosa, de mayo a octubre. En julio y agosto se presenta una disminución o ausencia de las lluvias debido al fenómeno conocido como la canícula.

Para determinar la precipitación en el área de estudio, se ha tomado como referencia la estación Valle Santa Cruz (Código 69063; Tipo: PV. Latitud Norte 13° 01' 06" y Longitud Oeste: 86° 18' 54". Ubicada a 1010 msnm) con registros del período 1969-2004.

De acuerdo con el registro histórico de datos de precipitación de 35 años (1969 - 2004), en la zona de estudio la precipitación media anual es de aproximadamente 700.6mm, con una media anual mínima de 152.50 y una máxima de 1532.4. Esto coincide con lo establecido en la clasificación climática de Köppen descrita previamente. (Mayorga Pauth, 2017)

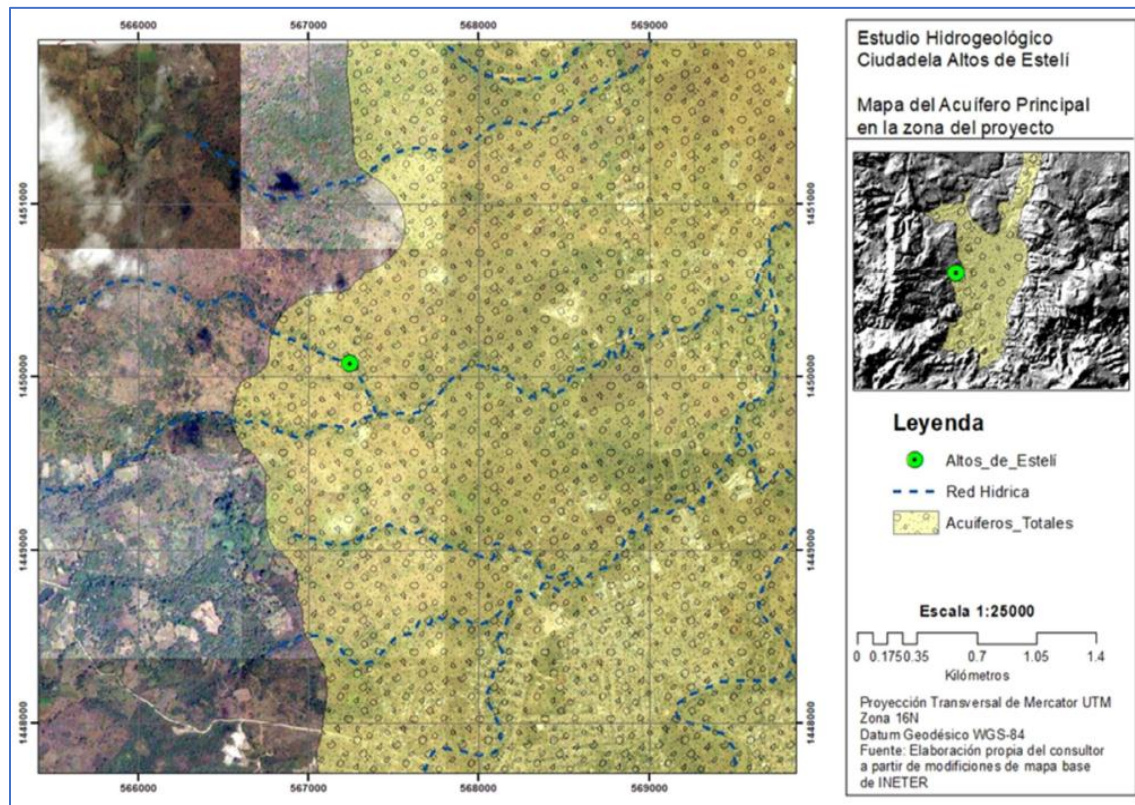
Caracterización del acuífero

En cuanto a la hidrología superficial, el proyecto se encuentra dentro de la Subcuenca conocida como subcuenca del Río Estelí. Esta subcuenca pertenece a la cuenca 45 o cuenca del Río Coco.

El drenaje superficial natural del valle se efectúa a través de los numerosos afluentes que bajan y drenan desde los bloques montañosos que lo circundan. El

principal cuerpo de agua superficial más próximo al área objeto de estudio, es el Río Estelí a aproximadamente 3.5km al Este y al Sureste de donde se ubica el pozo.

Ilustración - 3: Mapa de acuífero principal en la zona del proyecto



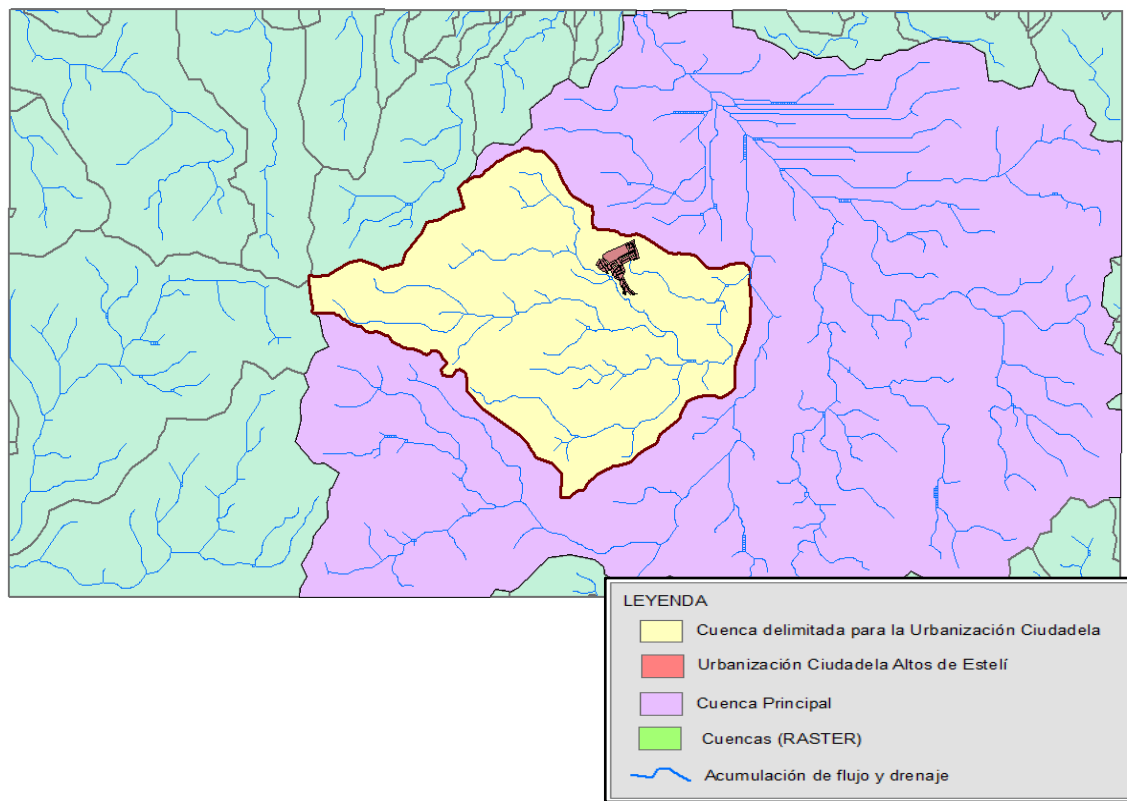
Fuente: Estudio hidrogeológico Ciudadela los Altos de Estelí - Mayorga Pauth, (2017)

En base a mapas hidrogeológicos de Estelí de 2004, Existen dos medios hidrogeológicos en los alrededores al área del proyecto, el primero fracturado, el cual está compuesto por rocas de la era terciaria y el segundo de valles intramontañosos aluviales compuestos en su mayoría por arenas aluviales y depósitos coluviales mezclados con material limo arcilloso. Este último tiene gran importancia en el área del proyecto debido a su composición litológica.

Las rocas volcánicas Terciarias que yacen debajo de los depósitos Cuaternarios actualmente representan una fuente de agua subterránea debido a que las mismas están afectadas por fallas, grietas, fracturas y diaclasas, aún abiertas, donde el agua subterránea esta almacenada. En las rocas volcánicas la cantidad de agua depende de la densidad, abertura, longitud y posición de los rasgos estructurales antes señalados.

El acuífero de Estelí ubicado a unos 4km lineales al sur presenta condiciones hidrogeológicas completamente diferentes debido a los depósitos aluviales Cuaternarios que rellenan el valle. La dirección del agua subterránea en el acuífero de Estelí proviene de las partes altas al sur del valle, en las cotas 880 y 860 msnm almacenándose en la parte céntrica del valle, también se observa otra línea de flujo en la parte norte del acuífero de la cota 810 a cota 790 msnm, en este sitio todavía no se perforan pozos, los que existen son excavados a mano, con profundidades no mayores a 15m. Después de haber realizado la visita de campo a la lotificación en estudio y tomar algunas coordenadas por medio de un dispositivo GPS (Spectra Precisión SP60, con precisión en tiempo real de 25cm en horizontal, y 50cm en vertical) se descargaron imágenes satelitales provenientes de la web (nasa.gov). Y con la ayuda del Software ArcMap 10.5 se determinó la morfometría de la cuenca en la que se encuentra dicha lotificación, los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Ilustración - 4: Delimitación de cuenca para urbanización ciudadela



Fuente: Elaboración propia

Tabla - 2: Resumen de datos hidrográficos

Nombre	Área (ha)	Perímetro (km)	Gradiente hidráulico (%)	Elevación máxima (msnm)	Elevación mínima (msnm)	Long Media (m)
Cuenca principal	10450	49	11%	1590	800	7062
Cuenca delimitada	2077	22	10%	1590	810	7331

Fuente: Elaboración propia

- La cuenca principal tiene una extensión de más de 10,000 Hectáreas, drena en dirección Norte, y tiene un gradiente hidráulico del 11 %.

- Se delimitó una subcuenca a partir de la cuenca principal, con el fin de analizar más a fondo el comportamiento hidrológico del área donde se encuentra ubicada la urbanización. Esta área tiene aproximadamente una extensión de 2077 Hectáreas drenando en dirección sur-este y con un gradiente hidráulico del 10 %.

La empresa COVISCOF por medio de pruebas hidrogeológicas determinó un acuífero subterráneo, el cual tiene aproximadamente las siguientes coordenadas UTM: X= 567308, Y= 1450059. Y una elevación en la superficie de 867.6 msnm.

4.1.2) Aforo de la fuente

El 01 de junio del año 2019 se realizó el aforo de la fuente que abastecerá la urbanización en estudio. La tabla 3 se muestra el propósito y el tipo de pozo proporcionado por el informe de perforación de pozo proporcionado por COVISCOF.

Tabla - 3: Propósito y tipo de pozo

Propósito del Pozo		Tipo de Pozo	
Consumo Doméstico	x	Nuevo	x
Irrigación		Profundizar	
Industrial		Reacondicionar	
Prueba del Pozo		Excavado	
Municipal		Percusión	
Otros		Rotación	

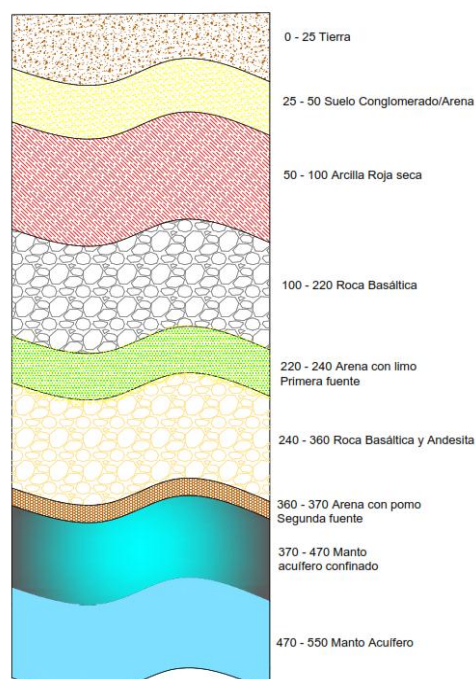
Fuente: Informe de perforación de pozo – COVISCOF

En la perforación del pozo también se realizó una estratigrafía del suelo para determinar la profundidad de la fuente y las propiedades físico mecánicas, químicas, e hidráulicas del suelo que, aunque no son objeto de este estudio se mencionaran algunas observaciones importantes.

Los mayores depósitos encontrados fueron de roca basáltica primero a los 110 pies de excavación y luego otro a los 240 pies. Entre los 220 pies y 240 de excavación fue localizada la primera fuente en un depósito Arena con Limo con presencia de partículas vegetales. La segunda fuente fue localizada a los 370 pies de profundidad debajo de un depósito de arena porosa.

Tabla - 4: Estratigrafía de la perforación

Distancia (pies)	Hoja de Registro	
Desde	Hasta	Material
0	25	Tierra Común
25	50	Suelo conglomerado/Arena
50	110	Arcilla roja seca
110	220	Roca basáltica
220	240	Arena con limo
240	360	Roca basáltica y andesita
360	370	Arena con pomo
370	470	Manto acuífero confinado
470	550	Manto acuífero



Fuente: Informe de perforación de pozo – COVISCOP

A partir de las 9:00 am se instaló una llave de pase de 6” para controlar el caudal que era extraído con una bomba con motor marca Franklin de 55 HP monofásico la cual se reguló a una capacidad de 500 GPM para evitar elevar el amperaje del motor, este proceso tuvo una duración de 8 horas de bombeo continuo. El nivel dinámico se mantuvo en 300 pies, a las 5:00 de la tarde se apagó la boba y con una sonda medimos la recuperación el cual recobró su nivel estático en 10 minutos.

A pesar de que en algún momento encontramos roca perita andesita e ignimbrita, el agua estaba totalmente fresca y a simple vista no se encontraron fallas geológicas.

Nivel de bombeo: 410 pies

Tabla - 5: Prueba de bombeo, aforo y recuperación de nivel estático

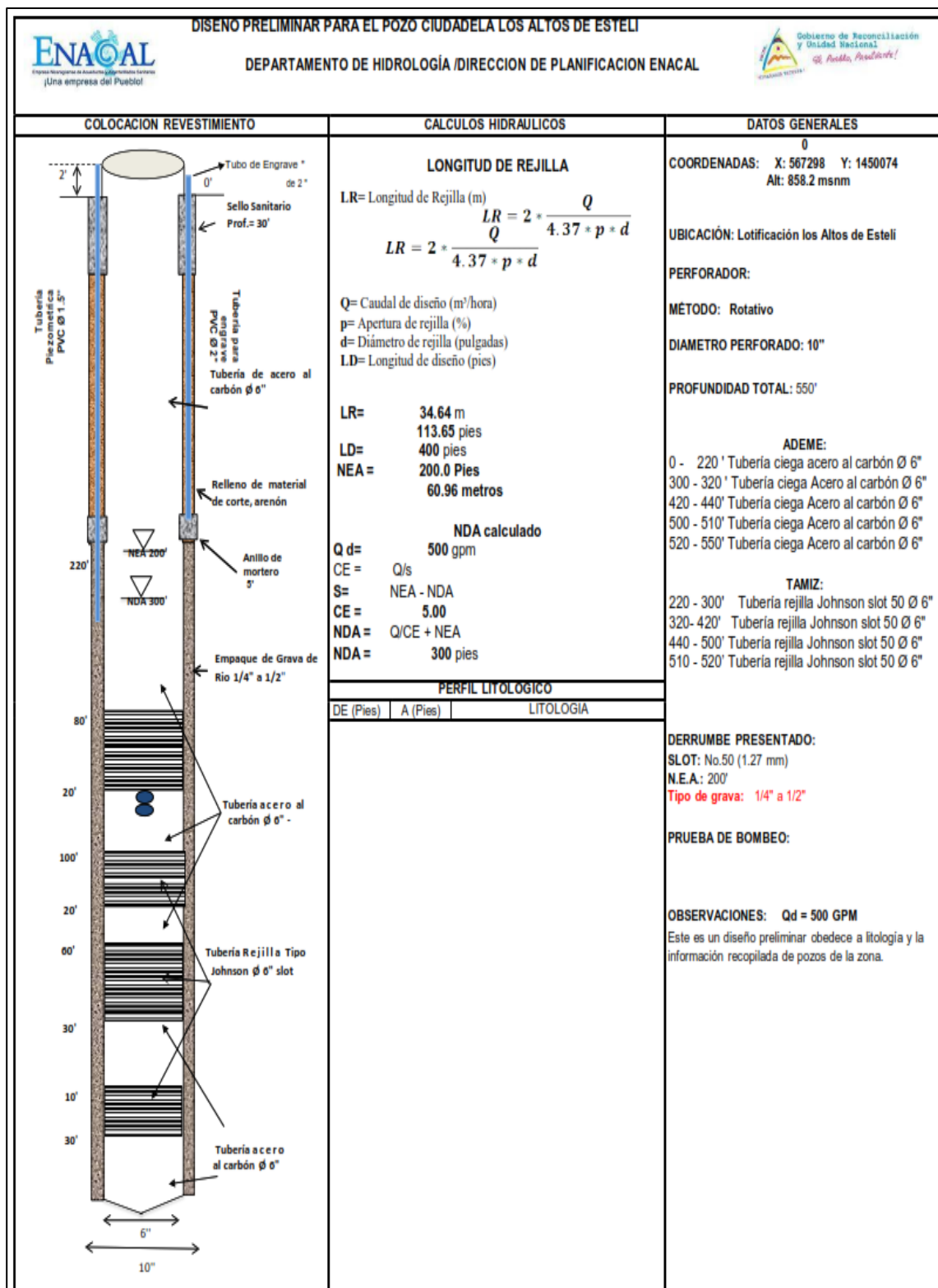
Hora	Nivel Estático (pies)	Caudal (GPM)
09:00	200	530
09:10	220	520
09:20	250	507
09:30	270	500
09:40	290	500
09:50	300	500
10:00	300	500
10:30	300	500
11:00	300	500
11:30	300	500
12:00	300	500
12:30	300	500
13:00	300	500
13:30	300	500
14:00	300	500
14:30	300	500
15:00	300	500
16:00	300	500
17:00	300	500

Recuperación de Aforo	
Minutos	Recuperación (pies)
1	290
2	280
3	270
4	260
5	250
6	240
7	230
8	220
9	210
10	200

Fuente: Informe de perforación de pozo – COVISCOP

El pozo perforado para el cálculo de caudal tiene una profundidad de 550 pies con un diámetro de 8". El nivel estático de agua se encontró a los 200 pies de excavación.

Ilustración - 5: Ficha técnica de perforación de pozo



Fuente: Informe de perforación pozo – COVISCOF

4.2) Estudio socioeconómico

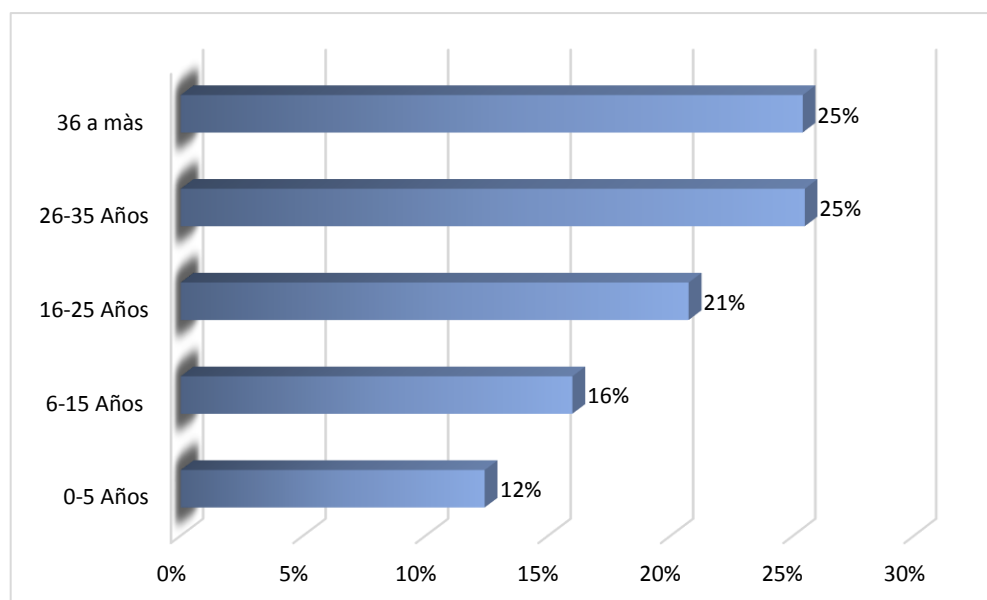
Para hacer una estimación de las condiciones económicas de la población que habitará la lotificación “Ciudadela Los Altos de Estelí” se realizó un estudio socioeconómico a los barrios aledaños Villa Sandino con un total de 347 viviendas y Villa Cuba que cuenta con 188 viviendas, información proporcionada por la empresa COVISCOF y los jefes de cada barrio.

Se determinó una muestra a partir de las viviendas actuales en cada barrio mediante la metodología FISE (Tabla 1). Al procesar los datos se obtuvo un total de 245 viviendas a encuestar como resultado de una muestra mínima, de las cuales fueron encuestadas 141 viviendas en el barrio Villa Cuba y 104 viviendas en el barrio Villa Sandino, lo que representa un 90% de la muestra calculada.

Los resultados de las estadísticas se muestran a continuación:

Población

– Género y edad:



Fuente: Elaboración propia

Se realizaron encuestas en 220 hogares en el que se contabilizo un total de 1201 personas con un hacinamiento de 5.46 personas por vivienda, de las cuales un 63.03% son del género femenino y un 36.97% masculino.

El promedio de edad en los encuestados se representa en el siguiente gráfico:

– **Nivel académico de los habitantes**

De las 220 encuestas realizadas se midió el nivel académico de las familias en los Barrios resultando los porcentajes de cada nivel académico mostrados en la tabla 6:

Tabla - 6: Nivel académico de los habitantes

Iletrado	Primaria	Secundaria	Técnico	Universidad
6.70%	42.84%	46.91%	1.84%	1.71%

Fuente: Elaboración propia

Vivienda

– **Estado Legal de la Vivienda**

Según las encuestas realizadas el 92% de los pobladores reporto tener vivienda propia, un 5% y un 2% menciono alquilar o prestar la vivienda respectivamente lo que es un buen indicador económico debido a que la gran mayoría de la población es dueña de la propiedad en la que vive lo que supone que los ingresos familiares pueden ser destinados a gastos de salud, alimentación, educación y no a pagos de renta o hipoteca del hogar.

– **Uso de la vivienda**

A partir de los cálculos obtenidos de las encuestas realizadas se determinó que 175 viviendas son destinadas únicamente para uso domiciliario, y 45 eran al mismo tiempo vivienda y negocio.

– Estado de la vivienda

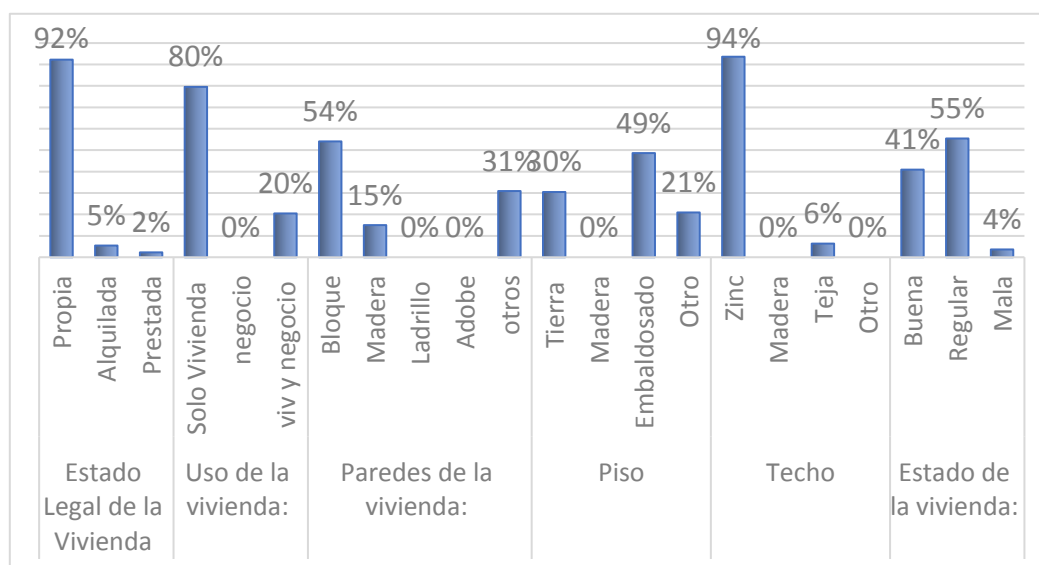
En la encuesta realizada se valoró el estado de la vivienda y los materiales constructivos presentes de los elementos de paredes, piso, y techo. Obteniendo que un 54% de viviendas son de paredes de Bloque, 15% de madera y un 31% de otros materiales (zinc, plástico, plywood, plycem, gypsum, etc).

El 30% de las viviendas contaban con material de piso de tierra, un 49% embaldosado y un 21% de otro material (cerámica). El 94% cuentan con material de estructura para techo de Zinc en cambio el otro 6% es material de teja.

El 41% de las viviendas se encontraban en buen estado, un 55% en estado regular y solo un 4% en malas condiciones.

Los resultados estadísticos se muestran en el grafico 2.

Gráfico - 1: Estado de las viviendas



Fuente: Elaboración propia

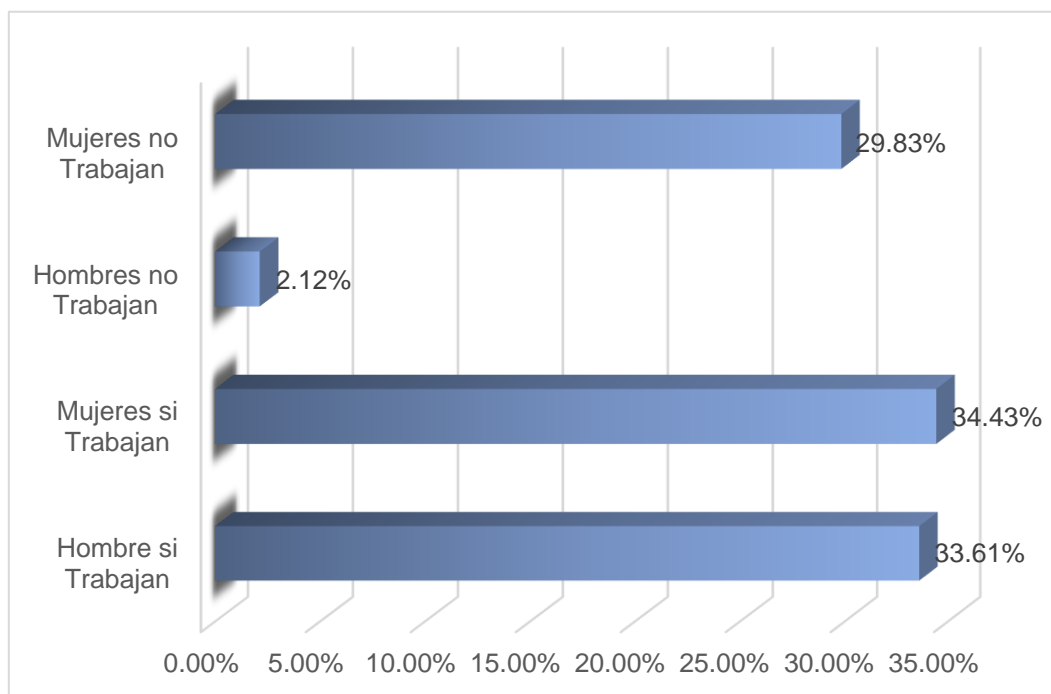
Economía

– Empleo del Encuestado

A las personas que se les realizó la encuesta se les preguntó si laboran actualmente, obteniendo como resultado que existe un 68% de personas que trabajan y un 32% que no cuentan con un empleo.

Además, se identificó el género del encuestado en relación a las personas que laboran; un 33.61% que laboran son hombres y un 34.43% son mujeres; de las personas que no trabajan existe un 2% de hombres y un 30% de mujeres; así como lo muestra el gráfico 3.

Gráfico - 2: Empleo por genero del encuestado



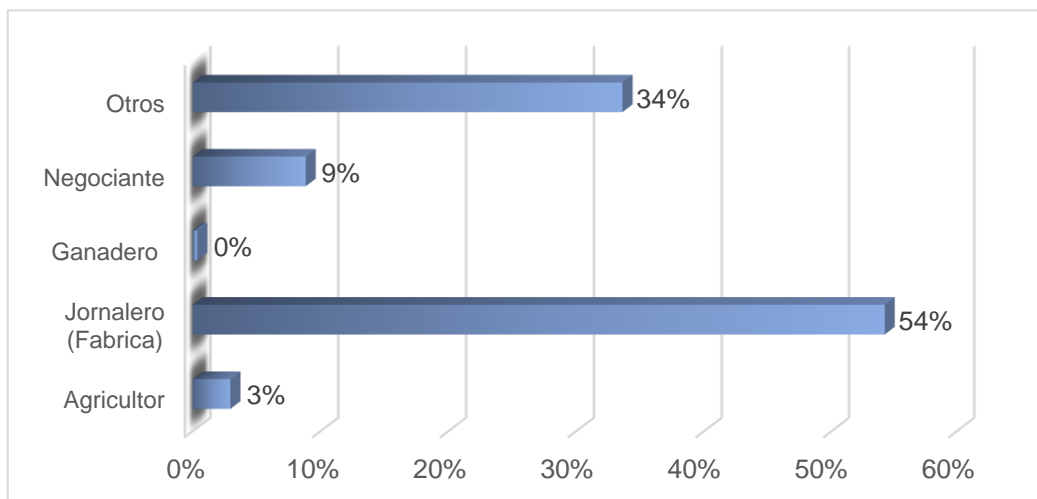
Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos muestran que más de la mitad de la población adulta cuenta con una fuente de ingreso para sus hogares.

– Ocupación de los miembros de la familia

A partir de los datos obtenidos de la encuesta se determinó el tipo de ocupación de los encuestados, siendo predominante el trabajo de jornaleros en fábricas de tabaco seguido de otros tipos de empleos y a ocupación de negociante, tal y como lo muestra el grafico 4.

Gráfico - 3: Ocupación de los miembros de familia

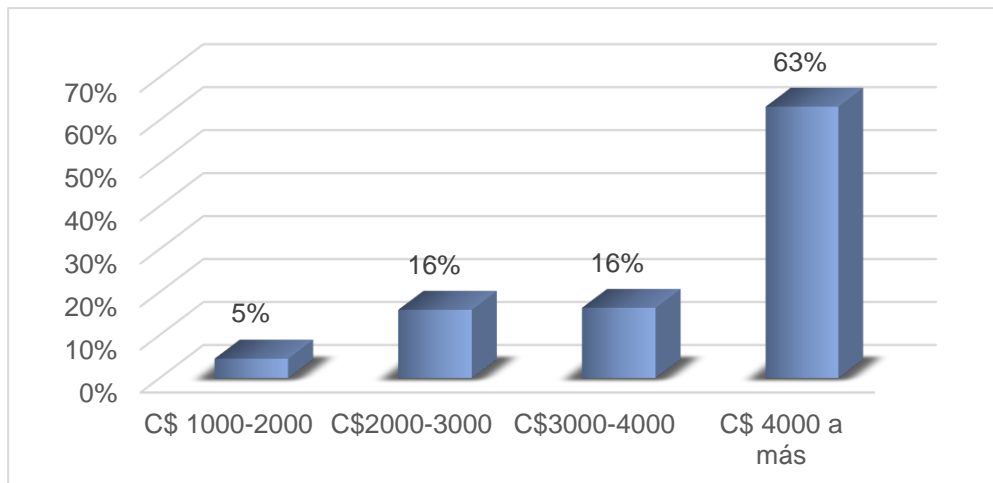


Fuente: Elaboración propia

Ingreso mensual de las familias

Es importante señalar, que por lógica económica los niveles de ingresos van a estar determinado por el perfil del mercado laboral predominante, como fue señalado en el tema anterior, la población en estudio está ubicada en actividades/ oficios vinculados a la informalidad del sector laboral.

Gráfico - 4: Ingreso mensual de las familias encuestadas



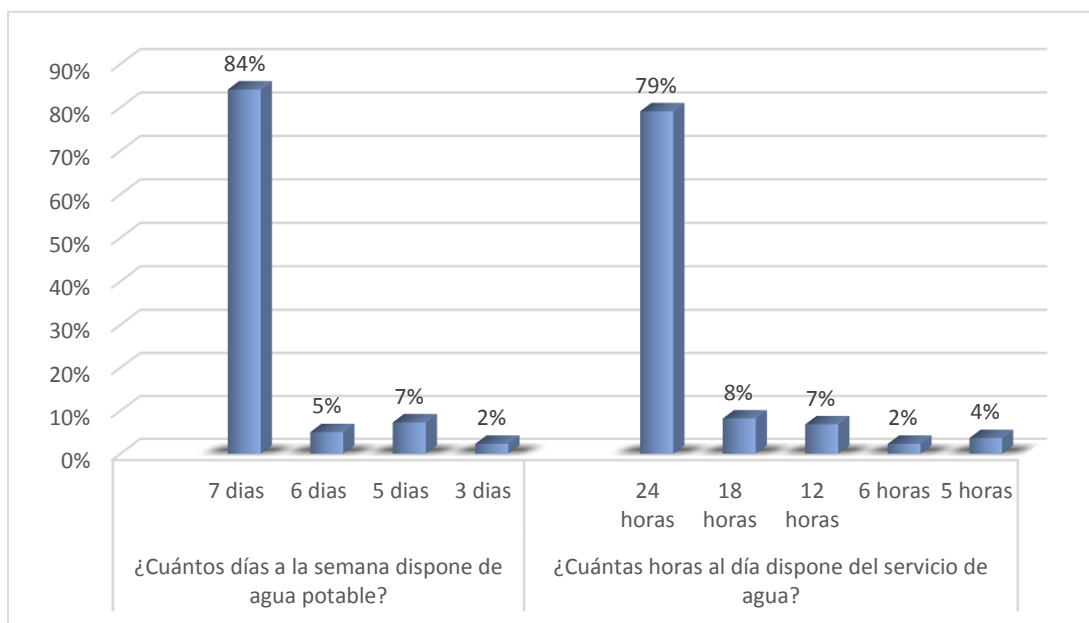
Fuente: Elaboración Propia

Información de abastecimiento

El abastecimiento de agua potable supone la captación y conducción hasta el punto en el que se consume en condiciones aptas por lo tanto no solo tiene que cumplir requisitos de tipo sanitario, sino también requisitos relativos a la calidad. Es por esto que uno de los indicadores más relevantes de la encuesta socioeconómica realizada a los barrios Villa Cuba y Villa Sandino es propiamente la evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable.

De las 220 viviendas encuestadas el 100% afirmó tener servicio de agua potable procedente de ENACAL. Un 84% de los usuarios cuentan con este servicio los 7 días de la semana y un 79% las 24 horas del día, los demás encuestados mencionaron que su servicio era irregular. Los resultados estadísticos se muestran en el gráfico 6.

Gráfico - 5: Permanencia del servicio de agua potable



Fuente: Elaboración propia

– Almacenamiento y calidad de agua

Los encuestados mencionaron que, aunque el servicio de agua generalmente era constante hay ocasiones en las que, por reparaciones o mantenimiento a la red de abastecimiento de agua potable, el servicio se suspende por un lapso de tiempo

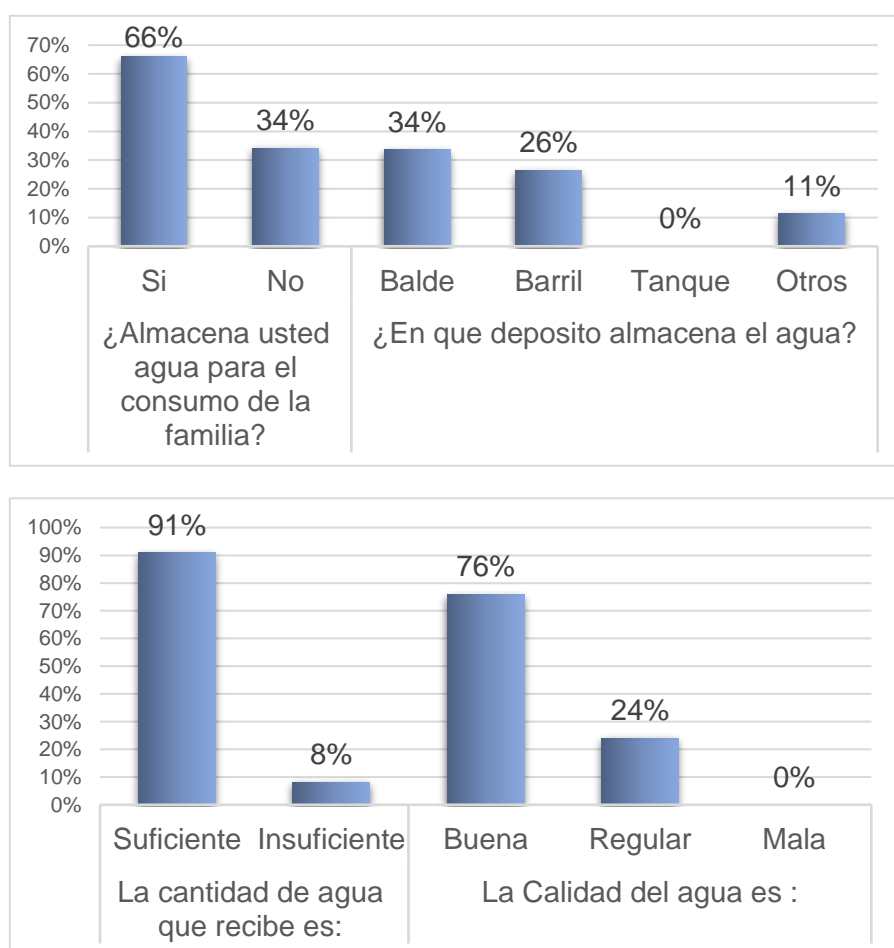
indeterminado, por esta razón los pobladores almacenan agua en diferentes recipientes. Esto también fue evaluado en la encuesta realizada.

Mediante los datos obtenidos también se valoró la calidad del servicio de agua potable, en su mayoría las personas encuestadas se mostraron conformes con la calidad, cantidad y continuidad del servicio de agua que poseen.

Cabe mencionar que ninguno de los usuarios se abastece de ningún otro tipo de fuente (río, puesto público, manantial, pozos, etc) lo que puede traducirse como la calidad y fiabilidad de este servicio en esta zona cercana a la urbanización en estudio.

Los datos estadísticos se presentan a continuación en el gráfico 7.

Gráfico - 6: Almacenamiento y calidad del servicio de agua potable

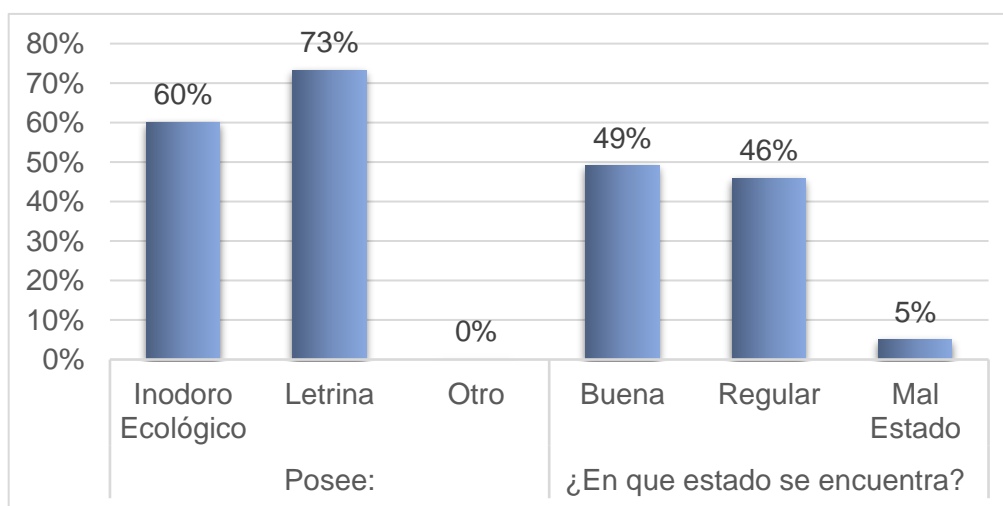


Fuente: Elaboración propia

Saneamiento

Uno de los indicadores más importantes en la calidad de vida de una comunidad o barrio es el tipo de abastecimiento y saneamiento de agua residual con el que cuentan. Lamentablemente los barrios Villa Sandino y Villa Cuba aún no cuentan con red de drenaje de aguas negras por lo que los pobladores han improvisado zanjias de drenaje a los costados de las calles por las que corren las aguas servidas.

Los encuestados manifestaron tener letrinas o inodoros ecológicos, en algunos casos ambos, equipados con sumideros. Calificando su estado actual cómo: bueno, regular o en mal estado. A continuación, en el gráfico 8 los datos estadísticos:



Fuente: Elaboración propia

Salud

– Basura

La gran mayoría de familias encuestadas afirmó eliminar la basura de sus hogares por medio del recolector municipal que pasa un día a la semana por lo que es un servicio constante en los barrios, que evita la acumulación de desechos y enfermedades.

Tabla - 7: Eliminación de la basura

¿Cómo elimina la basura en su vivienda?				
Recolector municipal	Enterrado	En botadero	Quemado	Otros
94%	0%	0%	6%	0%

Fuente: Elaboración propia

– Enfermedades

En su mayoría las personas encuestadas en los barrios Villa Cuba y Villa Sandino señalaron estar conformes con la calidad de agua y expresaron no haber contraído ningún tipo de enfermedades a causa del consumo de agua, sin embargo, un 8% dijo que el agua presentaba en ocasiones cloración excesiva y esto podría haberles causado algún tipo de malestar.

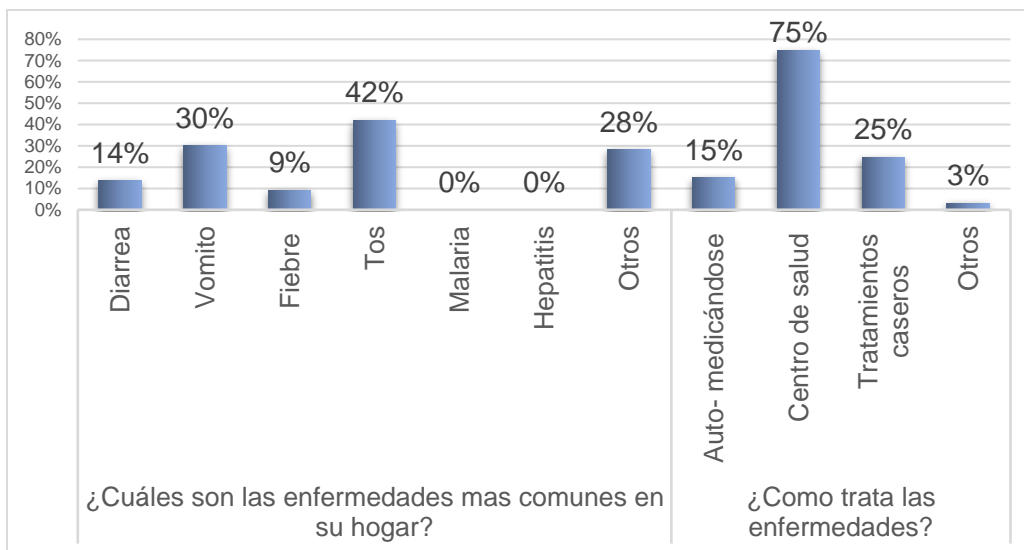
Tabla - 8: Enfermedades

¿Cree usted que el agua que consume le ha causado enfermedades?	
Si	No
8%	92%

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en el grafico 9 se presentan los datos estadísticos de las enfermedades más comunes en los barrios encuestados y el tipo de tratamiento que la población toma

Gráfico - 7: Enfermedades más comunes y tipo de tratamiento



Fuente: Elaboración propia

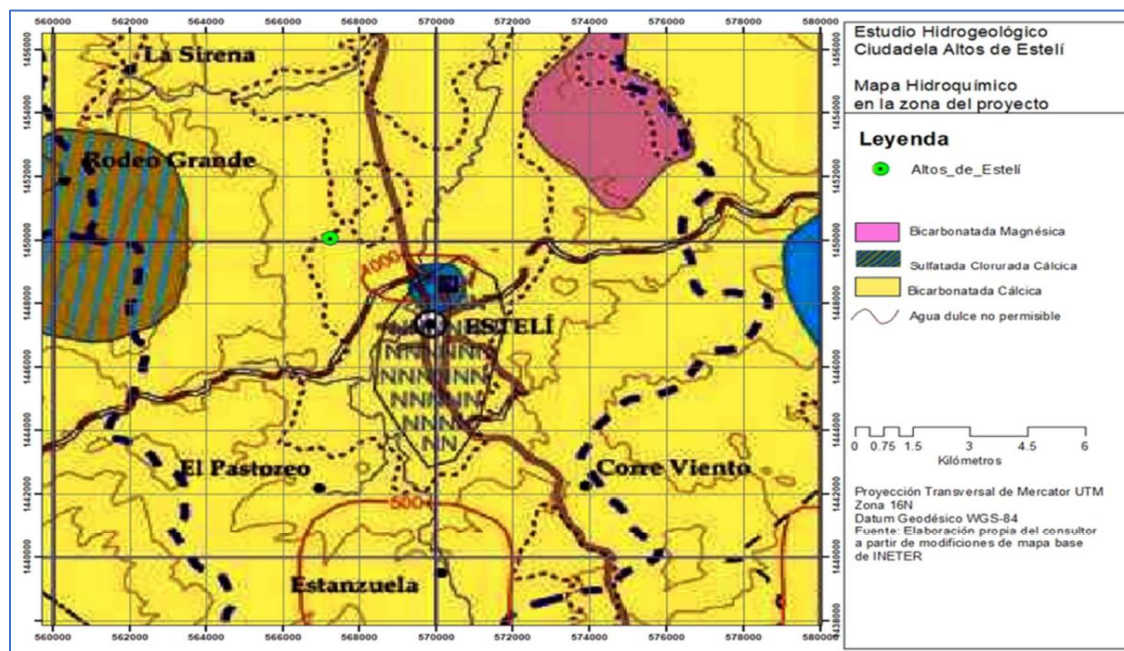
Tras los resultados estadísticos obtenidos en la encuesta aplicada a los barrios Villa Sandino y Villa Cuba se puede estimar que los ingresos económicos de los habitantes son similares, de C\$ 4,000 a más y que en su mayoría proviene de empleos relacionados con fabricas tabacaleras y negocios propios. Lo que puede indicar que las familias que habiten la lotificación cuenten con las mismas características socioeconómicas y accedan a las mismas fuentes de trabajo, de ser el caso también pueden aportar a un crecimiento económico debido al aumento de demanda de servicios, empleos y productos.

4.2.1) Pruebas de calidad de agua

En el área de estudio y en base a la mapificación hidrogeológica e hidroquímica regional realizada por INETER en el año 2002, el pozo se encuentra en un acuífero que se caracteriza por la predominancia las aguas de una facie de tipo: Bicarbonatadas cálcicas a Magnésicas $\text{HCO}_3\text{-Ca}_{+2}\text{-Mg}_{+2}$ y en algunos sitios como bicarbonatadas cálcicas a sódicas $\text{HCO}_3\text{-Ca}_{+2}\text{-Na}_{+}$, esto indica el carácter hidrogeoquímico del agua subterránea lo cual muestra que son aguas de relativa reciente

infiltración y que han transcurrido un proceso de intercambio catiónico con los minerales presente en las rocas.

Ilustración - 6: Mapa hidro-químico del área de estudio y alrededores



Fuente: Estudio hidrogeológico Ciudadela los Altos de Estelí - Mayorga Pauth,

El día 28 de mayo del año 2019 se realizaron tomas de muestras que se llevaron inmediatamente al laboratorio LAQUISA, su reporte fue emitido 06 de junio del mismo año. Confirmando la presencia en mayor proporción de bicarbonatos 137.89 mg/L y Calcio 23.77 mg/L. Se muestran el resumen de los resultados obtenidos en la siguiente tabla:

Tabla - 9: Informe de análisis de pruebas de agua

Informe de análisis de Pruebas de agua (Laboratorio Químico LAQUISA)			
Análisis	Método	Unidad	Resultado
Sodio (Na)	SMEWW 3111B	mg/L	15.71
Potasio (K)	SMEWW 3111B	mg/L	4.47
Calcio	SMEWW 3111B	mg/L	23.77
Magnesio (mg)	SMEWW 3111B	mg/L	7.43
Carbonatos	SMEWW 2320B	mg/L	ND (<2.4)
bicarbonatos	SMEWW 2320B	mg/L	137.89

Informe de análisis de Pruebas de agua (Laboratorio Químico LAQUISA)			
Análisis	Método	Unidad	Resultado
Sulfatos	SMEWW 4500 SO ₄ E	mg/L	9.5
Cloruros	SMEWW 4500 Cl B	mg/L	1.89
pH	SMEWW 4500 H B	-	6.8
Conductividad Eléctrica	SMEWW 2510 B	µS/cm	263.9
Nitritos	SMEWW 4500 NO ₂ B	mg/L	ND (<0.007)
Nitratos	NMX-AA079-SCFI-2001	mg/L	3.36
Fosfatos	SMEWW 4500-P E	mg/L	0.44
Dureza Como Carbonato de Calcio	SMEWW 2340 C	mg/L	89.95
Fluoruros	SMEWW 4500 F-D	mg/L	NC (<0,3)
Arsénico	SMEWW 3114 B	mg/L	ND (<0.003)
Cianuro Total	SMEWW 4500-CN F	mg/L	ND (<0.03)
Mercurio	SMEWW 3112 B	mg/L	ND (<0.001)
Coliformes Totales	SMEWW 9221 b	NMP/100 ml	5
Coliformes Fecales	SMEWW 9221 e	NMP/100 ml	ND(<2)
ND: No Detectado.			
NC: No cuantificado.			

Fuente: Informe de pruebas de calidad de agua LABORATORIOS LAQUISA

Después de analizar los resultados obtenidos en las pruebas de calidad de agua y comparándolos con los parámetros de las normas de Calidad de agua para consumo humano (CAPRE, 1994) todos los valores están dentro de los parámetros, por lo tanto, cumplen excepto coliformes totales que debería ser negativo, por tanto debe darse proceso de desinfección para ser consumida de forma segura.

Método de desinfección

Según CONAGUA, (2015) en su manual número 23 “Desinfección para sistemas de agua potable y saneamiento” La dosis de cloro ideal es la necesaria para destruir todos los organismos patógenos presentes en ella, antes de que sea consumida por la población. La dosis óptima será la que produzca un residual de cloro libre siendo de 0.2 a 1.5 para agua potable al final del período de contacto o la eliminación total de los patógenos.

Para desinfectar el agua apropiadamente, se necesita agregar al tanque de almacenamiento suficiente cloro para alcanzar la concentración de 200 mg/L de cloro/agua o 200 partes por millón (ppm.) Ver la siguiente tabla para determinar la cantidad de producto de cloro que debe usar.

Tabla - 10: Cantidad de cloro a usarse en tanques de almacenamiento

Cantidad de producto de cloro necesaria para lograr la concentración cloro/agua de 200 ppm.	
Producto químico	Cantidad a usarse por cada 100 galones de agua*
Cloro líquido para lavandería (hipoclorito al 5.25%)	1.5 cuartos de galón o 48 onzas líquidas
Hipoclorito de calcio de alto grado (hipoclorito al 65-76%)	4 onzas
*El agua de pozo que contiene hierro, sulfito de hidrógeno, o sustancias orgánicas quizás necesite una mayor cantidad de químico para producir la solución de 200 ppm.	

4.3) Estudio topográfico

Esta es la primera fase del estudio técnico y descriptivo de un terreno. Se trata de examinar la superficie teniendo en cuenta las características físicas y geográficas del terreno; ya que es esencial en la elaboración de planos de un proyecto a ejecutar.

El levantamiento topográfico servirá de base para la planeación, estudios y diseños de redes de distribución de agua potable, entre otros.

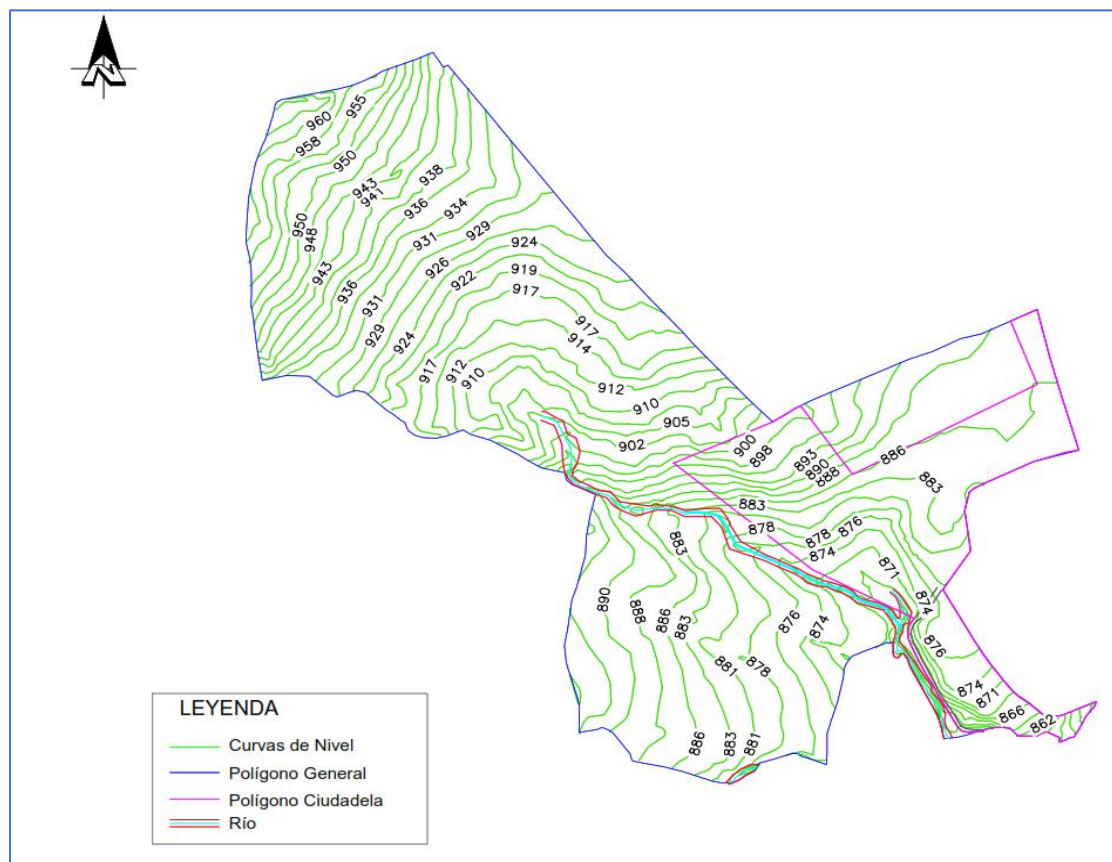
Tras el trazo del polígono cerrado con ayuda de un GPS se tomaron dos puntos de control para ser utilizado como Bancos Maestros y tomar el resto de puntos con una estación total Leica FlexLine TS06 PLUS.

En total se tomaron 2131 puntos con su respectiva coordenadas y elevaciones, posteriormente con ayuda del software CivilCAD se triangularon los puntos y se generaron las curvas de nivel.

El levantamiento tiene en total un área de 113 Hectáreas. La elevación máxima es de 965 msnm y el punto más bajo levantado tiene una altura de 845 msnm. También se pudo confirmar el análisis morfométrico de la cuenca hecho en el software

ArcMap 10.5, que indica que el drenaje natural del terreno está en dirección sur-este.

Ilustración - 7: Curvas de nivel, Ciudadela los Altos de Estelí



Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 8 se muestra la propuesta aprobada para la distribución de los predios a ser ocupados, siguiendo los lineamientos y normas de la Norma de Desarrollo Urbano Estelí, en total se propusieron 671 lotes con un área promedio de 200 m² y un ancho de calle entre 10 y 12 metros ocupando el 18% del área de polígono general.

[illegible]

4.4) Diseño hidráulico

Todos los elementos que conforman este sistema se describen a continuación.

4.4.1) Estudio de la demanda

A continuación, se presentan los resultados del estudio de la demanda:

4.4.2) Proyección por método de saturación

Con el objetivo de diseñar un sistema de agua potable efectivo para la urbanización en estudio, se proyectó la población por el método de saturación considerando el número de lotes vacíos que representarán las viviendas futuras en la etapa final del proyecto, y proponiendo un índice habitacional de 6 personas por lote.

Lotes = 671

Índice de saturación = 6 hab

$$Pt = Nv * Ih$$

$$Pt = 671 * 6$$

$$Pt = 4026 \text{ hab}$$

Donde:

Pt: Población total Saturada

Nv: Número de viviendas

Ih: Índice Habitacional

4.4.3) Dotaciones de agua

Según la norma urbana de la (INAA, 2001) para todas las ciudades de Nicaragua excepto Managua, se usarán las dotaciones señaladas en la siguiente tabla:

Tabla - 11: Dotaciones de agua

Rango de población	Dotación	
	gl/hab/día	lt/hab/día
0 - 5.000	20	75
5.000 - 10.000	25	95
10.000 - 15.000	30	113
15.000 - 20.000	35	132

Rango de población	Dotación	
	gl/hab/día	lt/hab/día
20.000 - 30.000	40	151
30.000 - 50.000	45	170
50.000, 1000.000 y más	50	189

Fuente: (INAA, 2001)

Debido a que la urbanización se encuentra ubicada en la Ciudad de Estelí la cual posee más de 50.000 habitantes corresponde realizar los debidos cálculos de consumo con la dotación de 189 lppd.

4.4.4) Consumo de agua

Según lo estipula la Norma Técnica Nicaragüense (INAA, 2001) NTON 09-00399, se deben calcular el consumo promedio diario (**CPD**) en función de la población más las pérdidas del sistema esto constituye lo que se conoce con el nombre de fugas y/o desperdicio en el sistema que corresponden a un 20% para obtener un Consumo Promedio Diario Total (**CPDT**).

Del mismo modo deben calcularse los factores de demandas máximos: Consumo máximo diario (**CMD**) y Consumo Máximo Horario (**CMH**), equivalentes al 150% y al 250% del consumo promedio diario respectivamente. Además de los consumos especiales que en su totalidad corresponden a un 16% del CPD.

$$CPD = \frac{Pt * Dot}{86,400 \text{ seg/día}}$$

$$CPD = \frac{(4026 \text{ hab}) * (189 \text{ lppd})}{86,400 \text{ seg/día}}$$

$$CPD = 8.81 \text{ l/seg}$$

Donde:

Pt : Población Total (habitantes)

Dot : Dotación en Litros persona por día (lppd)

CPD : Consumo Promedio Diario (l/seg)

Se consideraron los consumos especiales (comercial, institucional, industrial) como porcentajes del CPD tal como lo indica la norma INAA, (2001).

Tabla - 12: Consumos especiales

Consumos Especiales		Q _{esp} (l/seg)
Consumo	Porcentaje	
Comercial	7%	0.616
Público o Institucional	7%	0.616
Industrial	2%	0.176
TOTAL		1.409

El consumo promedio diario total (CPDT) se define como el consumo de un día más los consumos especiales, consumo comercial (CC), consumo público (CP) y consumo industrial (CI) considerando también las pérdidas en el sistema.

El consumo máximo diario (CMD) se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año; mientras que el consumo máximo horario (CMH), se define como la hora de máximo consumo del día.

El valor del consumo máximo diario es utilizado para el cálculo hidráulico de la línea de conducción; mientras que el consumo máximo horario, es utilizado para el cálculo hidráulico de la línea de aducción y red de distribución.

Cálculos de consumos

$$CPDT = CPD + CC + CP + CI + Pérdidas$$

$$CPDT = 8.81 \frac{l}{seg} + 0.616 \frac{l}{seg} + 0.616 \frac{l}{seg} + 0.176 \frac{l}{seg} + 20\% * (8.81 \frac{l}{seg})$$

$$CPDT = 11.977 \text{ l/seg}$$

$$CMD = (150\% * CPD) + Pérdidas$$

$$CMD = 150\% * 8.81 \frac{l}{seg} + 1.761 \frac{l}{seg}$$

$$\mathbf{CMD = 14.972 \text{ l/seg}}$$

$$CMH = 250\% * (CPD) + Pérdidas$$

$$CMH = 250\% * 8.81 \frac{l}{seg} + 1.761 \frac{l}{seg}$$

$$\mathbf{CMH = 23.779 \text{ l/seg}}$$

Donde:

CPDT: Consumo Promedio Diario Total (l/seg)

CPD : Consumo Promedio Diario (l/seg)

Pérdidas : 20% (CPD) (l/seg)

CMD: Consumo máximo diario (l/seg)

CMH: Consuma máximo horario (l/seg)

A partir de estos datos se diseñó la red de agua potable que abastecerá la Urbanización Ciudadela los altos de Estelí.

4.4.5) Obra de toma

El objetivo de la obra de toma es abastecer de agua potable a la Urbanización, en este caso debido la naturaleza de la fuente (acuífero subterráneo) será un pozo perforado con una excavación total de 550 pies de profundidad alternando tubería ciega y tubería ranurada de 6 pulgadas, con bombas sumergibles, una válvula de compuerta superficial anterior a la línea de conducción.

Además, se evaluaron los criterios mencionados en el acápite (3.4.5) de la metodología, cumpliendo todos los parámetros para la succión. El diámetro de la tubería de explotación está en función de los requerimientos, expectativas y características del yacimiento primordialmente, aunque puede verse afectada por efectos de la profundidad, formación, los fluidos de control y problemática esperada verificando los esfuerzos a los que estará sometida; es decir debe diseñarse de acuerdo a los requerimientos de producción, estimulación y reparación del pozo.

Tras un análisis económico se eligió un diámetro de 6 pulgadas por sobre diámetros mayores que requieren equipos de bombeo de mayor potencia y de igual forma se descartaron diámetros menores que podían causar considerables aumentos de velocidad capaces de dañar la tubería o los accesorios de esta.

Con respecto a los criterios de descarga, es decir la conexión entre el pozo y la línea de conducción, se calculó el diámetro óptimo a partir de la fórmula de Brease:

$$\phi = 0.9 * (Q^{0.45})$$

Donde:

ϕ : Diámetro económico en metros.

Q : Caudal de Diseño en metros cúbicos por segundo (CMD)

$$\phi = 0.9 * (0.01585^{0.45})$$

$$\phi = 0.139 \text{ m} \approx 6 \text{ pulgadas}$$

Equipos eléctricos

Se propuso la instalación de una bomba sumergible con una potencia capaz de extraer agua desde el nivel dinámico de la fuente (300 pies) e impulsarla por la línea de conducción hasta la altura de la ubicación propuesta del tanque de almacenamiento, para lo cual se calcularon las pérdidas totales producidas en la conducción los resultados se muestran a continuación.

4.4.5.1) Potencia de la bomba

La potencia de la bomba se calculó con la siguiente ecuación:

$$Pot = \frac{CTD * \rho * g * Qb}{746 * e}$$

Donde:

Pot : Potencia de la bomba (Hp)

Qb : Caudal de bombeo (m³/seg)

g : Gravedad (m/s²)

ρ : Densidad del Agua (kg/m³)

CTD : Carga dinámica total (mca)

$$e = e_m * e_b$$

Donde:

e : Eficiencia del sistema (%)

e_m : Eficiencia del motor (%)

e_b : Eficiencia de la bomba (%)

Ahora se describirán cada uno de los elementos que se utilizaron para calcular la potencia del equipo:

Caudal de bombeo (Qb)

Según la guía para diseño de estaciones de bombeo de agua potable de la organización panamericana de la salud, (OPS), 2005 Cuando el sistema de abastecimiento de agua incluye reservorio de almacenamiento posterior a la estación de bombeo; la capacidad de la tubería de succión (si corresponde), equipo de bombeo y tubería de impulsión deben ser calculadas con base en el caudal máximo diario y el número de horas de bombeo.

$$Qb = CMD * \frac{24}{N}$$

Donde:

Qb : Caudal de bombeo (l/seg)

CMD : Consumo máximo Diario (l/seg)

N : Número de horas de bombeo (horas)

Si se sugiriesen 16 horas de bombeo diarias: El caudal de bombeo sería:

$$Qb = \left(14.972 l/seg * \frac{24}{16} \right)$$

$$Qb = 22.458 l/seg$$

Carga total dinámica (CTD)

La carga dinámica o la altura manométrica total puede ser definida como la suma el incremento total de la carga de flujo a través de la bomba: es decir la diferencia de altura geométrica más todas las perdidas en el sistema. (OPS), 2005. Y se puede describir a través de la siguiente expresión:

$$CTD = NB + CED + Hf_{columna} + Hf_{descarga}$$

Donde:

CTD : Carga total dinámica (mca)

NB : Nivel dinámico de la fuente (Nivel más bajo del agua durante el bombeo) (m)

CED : Carga estática en la descarga (m)

Hf_{columna} : Perdidas por fricción en la succión (m)

Hf_{descarga} : Perdidas por fricción en la descarga (m)

El nivel dinámico de la fuente (NB): se calcula por medio del caudal de bombeo necesario y el consumo específico.

El consumo específico se conoce como el caudal de explotación por unidad de longitud, según la prueba de bombeo realizada al pozo en el informe de perforación proporcionado por COVISCOF (Ver acápite 4.1.2) El NEA estaba a 200 pies por debajo de la superficie y con un caudal de explotación de 500 gpm el dinámico del pozo se mantuvo a 300 pies. Es decir, el consumo específico es:

$$CE = \frac{500gpm}{|300pies - 200pies|}$$

$$CE = 5gpm/pie$$

En unidades del sistema internacional equivaldría a 1.03456 lps/m. Para medir el nivel dinámico con el caudal de bombeo que necesitamos 22.458 lps basta con dividir dicho caudal y sumarle el nivel estático del agua (NEA= 200pies≈ 60.96 metros).

$$NB = 60.96m + \frac{22.458lps}{1.03456lps/m}$$

$$NB = 82.67m$$

La carga estática en la descarga (CED) es la diferencia de altura geométrica entre el rebose del tanque y el nivel estático de la fuente. El sitio elegido para el tanque, que se describirá con mayor detalle en el acápite (4.4.7) dedicado a este aspecto, está a una altura 898 msnm y sugiriendo una altura de tanque de 3 metros la altura del rebose sería 901 msnm. La localización de pozo en la superficie se encuentra a 867.6 msnm, pero según el informe de perforación del pozo su nivel estático se encontraba a 200 pies de profundidad, es decir aproximadamente 60.96 metros por debajo de la superficie lo que equivale a una elevación de 806.6 msnm, por lo que podemos decir:

$$CED = 913 msnm - 806.6 msnm$$

$$CED = 106.686 m$$

Después de esto se calcularon las perdidas por fricción en la succión ($Hf_{columna}$) que equivalen al 5% de la longitud de columna, para lo que se sugirió una sumergencia de 1.5 metros después del nivel dinámico calculado:

$$L_{columna} = NB + Sm$$

Donde:

NB: es el nivel dinámico (m)

Sm: La sumergencia sugerida (m)

$$L_{columna} = 82.67m + 1.5m$$

$$L_{columna} = \mathbf{84.17m}$$

Las perdidas en la succión equivalen a un 5% de la longitud de la columna.

$$Hf_{columna} = 5\% * (84.17m)$$

$$Hf_{columna} = \mathbf{4.209 m}$$

Las perdidas en la descarga ($Hf_{descarga}$) son el conjunto de perdidas por longitud real de tubería: es decir la longitud de tubería más la longitud equivalente de los accesorios utilizados en la línea de impulsión, para las perdidas por fricción se utilizará la fórmula de Hazzen-William.

$$Hf_{descarga} = 10.674 * \left(\frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.871}} \right) * L_{real}$$

Donde:

$Hf_{descarga}$: Perdidas por fricción en la descarga (m)

Q: El caudal circulante en la tubería (m³/seg)

D: diámetro (m)

C: Coeficiente de rugosidad según material

L_{real} : Longitud de tubería más la longitud equivalente de todos los accesorios.

$$L_{real} = L_{tubería} + L_{equivalente}$$

La longitud calculada desde la fuente hasta la ubicación del tanque son aproximadamente 630 metros. Para calcular la longitud equivalente por accesorio usaremos la tabla extraída del libro de Mecánica de Fluidos y Maquinas Hidráulicas (Perez & Estebanez, 2006)

Tabla - 13: Longitud equivalente por accesorio

Diámetro nominal de los caños normales		Válvula esclusa totalmente abierta	Válvula globo totalmente abierta	Válvula ángulo totalmente abierta	Válvula de retención	Codo normal o Te de 6 mm de reducción	Codo 90°	Te	Te con salida lateral	Codo 45°	Codo 180°	Ensanchamiento brusco. d/D = 1/2	Contracción brusca. d/D = 1/2	Entrada de borda	Entrada ordinaria
mm.	Pulg.														
12	1/2	0.12	5.18	2.44	1.22	0.46	0.3	1	1	0.24	1.09	0.3	0.18	0.27	0.49
19	3/4	0.15	6.71	3.36	1.83	0.61	0.45	1.37	1.37	0.3	1.52	0.45	0.24	0.4	0.61
25	1	0.18	8.24	4.27	2.44	0.82	0.52	1.74	1.74	0.4	1.83	0.52	0.3	0.46	0.76
32	1 1/4	0.24	11	5.49	3.66	1.07	0.7	2.32	2.32	0.51	2.53	0.7	0.4	0.61	1.04
38	1 1/2	0.3	13.12	6.71	4.27	1.31	0.82	2.74	2.74	0.61	3.05	0.82	0.45	0.73	1.22
51	2	0.36	16.78	8.24	5.8	1.68	1.07	3.66	3.66	0.76	3.96	1.07	0.58	0.91	1.52
63	2 1/2	0.43	20.43	10.06	7.01	1.98	1.28	4.27	4.27	0.92	4.58	1.28	0.67	1.1	1.83
76	3	0.52	25.01	12.5	9.76	2.44	1.59	5.18	5.18	1.16	5.49	1.59	0.85	1.37	2.38
102	4	0.7	33.55	16.16	13.12	3.36	2.14	6.71	6.71	1.52	7.32	2.14	1.16	1.83	3.26
127	5	0.88	42.7	21.35	17.69	4.27	2.74	8.24	8.24	1.92	9.46	2.74	1.43	2.29	4.12
152	6	1.07	51.85	24.4	20.74	4.88	3.36	10	10	2.29	11.28	3.36	1.77	2.74	4.7
203	8	1.37	68.02	36.6		6.1	4.27	13.12	13.12	3.05	15.55	4.27	2.29	3.96	6.07
254	10	1.77	85.4	42.7		7.93	5.18	16.16	16.16	3.96	18.6	5.18	3.05	4.58	7.47
305	12	2.07	100.65	48.8		9.76	6.1	20.74	20.74	4.58	22.57	6.1	3.66	5.49	9.09
356	14	2.44	115.9	58		11.28	7.32	23.79	23.79	5.18	25.92	7.32	3.96	6.1	10.64
406	16	2.74	134.2	67.1		12.81	8.24	26.84	26.84	5.8	30.5	8.24	4.58	7.02	12.2

Fuente: Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas (Perez & Estebanez, 2006)

Para evitar obstáculos y asegurar el buen funcionamiento de la línea de conducción se han propuesto una serie de accesorios que se presenta en la siguiente tabla propuestos todos con un diámetro nominal de seis pulgadas.

Tabla - 14: Resumen de accesorios en línea de impulsión

Accesorio	Diámetro (pulg)	Cantidad	Longitud Equivalente	Longitud equivalente total
Válvula de retención	6	2	20.74	41.48
Válvula esclusa totalmente abierta	6	2	1.07	2.14
Codo 90°	6	3	3.36	10.08
Codo 45°	6	3	2.29	6.87
TOTAL				60.57

Fuente: Elaboración propia

La longitud real será la suma de la longitud de tubería hasta el tanque más la longitud equivalente calculada.

$$L_{real} = 630 \text{ m} + 60.57 \text{ m}$$

$$L_{real} = 690.57 \text{ m}$$

Se usó un coeficiente $C = 150$ correspondiente a tuberías de PVC por lo que para las pérdidas por fricción en la descarga tenemos que:

$$Hf_{descarga} = 10.674 * \left(\frac{0.0225 \text{ m}^3/\text{seg}^{1.852}}{150^{1.852} * 0.1524 \text{ m}^{4.871}} \right) * 690.57$$

$$Hf_{descarga} = 5.805 \text{ m}$$

Con todos los datos necesarios para el cálculo de la carga total dinámica podemos proceder a aplicar la formula.

$$CTD = NB + CED + Hf_{columna} + Hf_{descarga}$$

$$CTD = 82.67 \text{ m} + 106.686 \text{ m} + 4.209 \text{ m} + 5.805 \text{ m}$$

$$CTD = 199.38 \text{ m}$$

Se usó un peso específico del agua a 25 °C de 997 kg/m³.

Seguido se calcula la potencia de la bomba, con la formula descrita al principio de este apartado.

La eficiencia será del 75%.

$$Pot = \frac{CTD * \rho * g * Qb}{746 * e}$$

$$Pot = \frac{199.38 \text{ m} * 997 \text{ kg/m}^3 * 9.81 * 0.0225 \text{ m}^3/\text{seg}}{746 \text{ watt/HP} * 75\%}$$

$$Pot = 78.38 \text{ HP}$$

Por tal razón se propone una bomba 80 HP debido a que es una medida comercial.

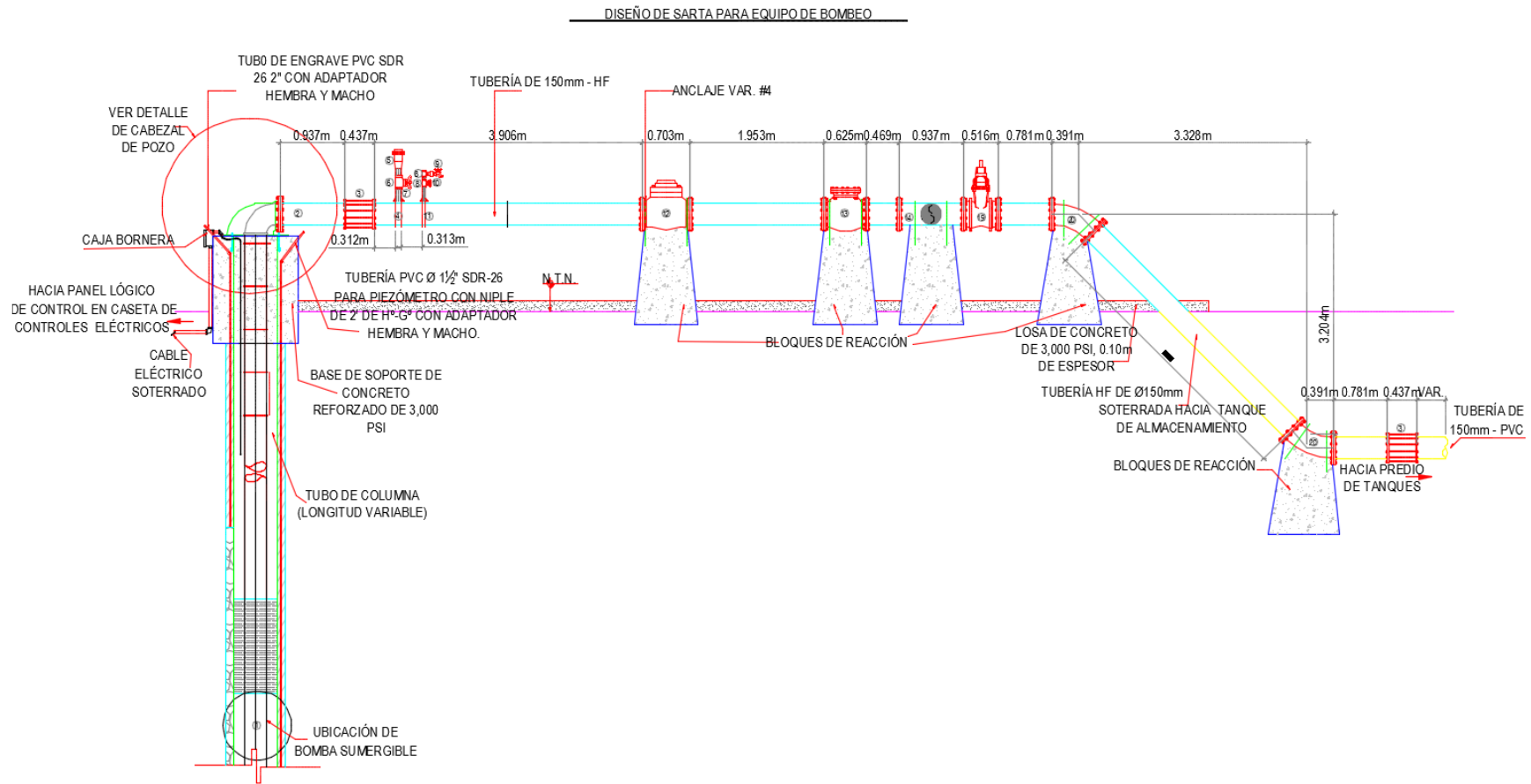
Sarta de bombeo

Es la conexión que existe entre el pozo y la línea de conducción, se propuso una sarta típica con tubería de hierro fundido con diámetro de 150 mm, compuesta por todos los accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.

Ver detalle constructivo en:

Anexo 7: Planos del diseño de abastecimiento de agua potable

Ilustración - 9: Detalle típico sarta de bombeo



Fuente: Elaboración Propia

Elementos de sarta de bombeo

Caja bornera: la caja de bornes de las máquinas de corriente alterna permite conectar los devanados estatóricos a la red de potencia que alimenta a la máquina o recibe energía de ella.

Depósito anti ariete: se colocan en todas las conducciones de agua para reducir a valores admisibles las ondas de sobrepresión y depresión que se propagan por las tuberías cuando se ha producido una variación brusca del caudal. Este dispositivo tiene la ventaja de permitir reducir los costes de la instalación ya que garantiza una protección y seguridad que consigue aumentar el tiempo de vida útil y reducir los costes de la instalación.

Bloques de reacción: impiden el desplazamiento bajo la presión del agua, son de concreto y deben extenderse hasta el suelo, la forma de los bloques dependerá del tipo de accesorio que se trate de afianzar.

Unión dresser: es utilizada como junta de montaje bridados en ambos extremos para unir accesorios o válvulas o tuberías bridadas, adaptándolo a la medida deseada con un rango máximo de 2". Revestidos interior y exteriormente de Epoxico con un espesor mínimo de 250 micras.

Los siguientes elementos se pueden apreciar en el plano N° 6 del anexo 7.

UNIDAD	DESCRIPCIÓN
1	BOMBA SUMERGIBLE (SP-77-17)
1	TUBO DE 150mm DE H°F°
2	UNION DRESSER DE 150mm DE H°F°
1	ABRAZADERA DE 150 x 50mm
1	VÁLVULA DE AIRE Y VACÍO DE 50mm H°F°
1	TEE DE 50 x 50mm H°G° ROSCA HEMBRA
1	LLAVE DE BOLA DE 50mm Br. ROSCA HEMBRA
2	TEE DE 25 x 25mm H°G° ROSCA HEMBRA
1	LLAVE DE CHORRO DE 25mm Br.
1	LLAVE DE BOLA DE 25mm Br. ROSCA HEMBRA
1	ABRAZADERA DE 150 x 25mm
1	MEDIDOR DE AGUA DE 150mm CON BRIDAS
1	VÁLVULA CHECK HORIZONTAL DE 150mm H°F° CON BRIDAS
1	CRUZ DE H°F° DE 150mm CON BRIDAS
2	REDUCTOR DE H°F° DE 150 x 100mm CON BRIDAS
1	VÁLVULA DE COMPUERTA DE H°F° DE 150mm CON BRIDAS
1	VÁLVULA DE CONTROL DE BOMBA H°F° DE 150mm CON BRIDAS
1	VÁLVULA DE ALIVIO DE 150mm DE H°F° CON BRIDAS
1	VÁLVULA DE COMPUERTA DE H°F° DE 150mm CON BRIDAS
2	CODOS DE 45°x 150mm CON BRIDAS

Fuente: *Elaboración propia*

4.4.6) Línea de conducción por bombeo

Para su dimensionamiento se consideraron los siguientes aspectos:

1. Se dimensionará para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño (CMD=1.5 CP, más las pérdidas).
2. La tubería de descarga deberá ser seleccionada para resistir las presiones altas, y deberán ser protegidas contra el golpe de ariete instalando válvulas aliviadoras de presión en las vecindades de las descargas de las bombas.

Velocidad: Para encontrar la velocidad de diseño se utilizó un diámetro de 6 pulgadas, el cual es el diámetro económico encontrado en la tubería del sistema de bombeo.

$$V = \frac{Qb}{A} \quad o \quad bien \quad V = \frac{4Qb}{\pi D^2}$$

Donde:

Q : Caudal de bombeo (m³/seg)

A : Área de la sección del tubo (m²)

$$V = \frac{4(0.0225 \, m^3/seg)}{\pi * (0.1524 \, m)}$$

$$V = 1.231 \, m/seg$$

La velocidad está en un rango entre 0.6 y 2.0 m/s, que es lo permisible según lo indica la norma (INAA), 2001

Golpe de Ariete: Para la línea de conducción se escogió PVC – SDR 13.5 con diámetro de seis pulgadas.

Tabla - 15: Espesor de tubería SDR-13.5

Espesor de tubería sdr-13.5	
Tubo (in)	e (mm)
2 pulg	4.47
3 pulg	5.41
3 pulg	6.58
4 pulg	8.46
6 pulg	12.47

Fuente: Adaptado de los catálogos de Durman, (2015).

Se calculó el golpe de ariete a partir de los datos obtenidos en la línea de conducción como lo son velocidad y la celeridad, esto con la siguiente formula establecida por Allievi:

$$c = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \frac{D}{e}}}$$

Donde:

C: Celeridad o velocidad de la onda de compresión o de succión (m/s)

D: Diámetro de la tubería (m)

E: Espesor de los tubos (m)

K: Coeficiente que tiene en cuenta los módulos de elasticidad (adimensional)

Tabla - 16: Coeficiente de K de las tuberías según el material

Material de tubería	K
Acero	0.5
Hierro fundido	1
Concreto	5
Asbesto/cemento	4.4
PVC	18

Fuente: Adaptado de los catálogos de Durman, (2015)

De modo que podemos calcular la celeridad de la onda de compresión:

$$c = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 18 \frac{0.1524 \text{ m}}{0.01247 \text{ m}}}}$$

$$c = 604.42 \text{ m/s}$$

Con la celeridad se calculó el tiempo óptimo de la maniobra de cierre:

$$T = \frac{2L}{c}$$

Donde:

L: Longitud hasta el depósito (m).

c: Velocidad de propagación de la onda o celeridad (m/s).

T: Fase o periodo de cierre (s)

$$T = \frac{2(630 \text{ m})}{604.42 \text{ m/s}}$$

$$T = 2.085 \text{ seg}$$

Si el tiempo de cierre es lento, la onda de depresión llegara a la válvula antes de que se halle está completamente cerrada, si la maniobra de cierre se hiciera en un tiempo menor la sobrepresión máxima será calculada aplicando siempre los principios de Allievi descritos en el acápite (3.4.6).

$$G.A = \frac{(604.42 \text{ m/s}) * (1.231 \text{ m/s})}{9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$G.A = 75.85 \text{ m}$$

Presión total: La presión total en la línea de conducción debe ser menor a la presión permisible de diseño de la tubería: podemos describir la presión total a la suma del golpe de ariete más la carga estática de succión.

$$PT = G.A + CED$$

$$PT = 75.85m + 106.69m$$

$$PT = 182.54 m$$

Según Durman, (2015) las tuberías SDR-13.5 tienen la capacidad de soprtar presiones de hasata 224 metros columna de agua. Por lo que tenemos un margen aceptable de seguridad. A continuación se presentan una tabla de resumen con la valoración de los resultados obtenidos de la línea de conducción:

Tabla - 17: Valoración de criterios de línea de conducción.

Concepto	Valor Calculado	Valor de Referencia	Observación
Velocidad	1.23 m/s	0.6m/s < V < 1.5m/s	Cumple
Golpe de Ariete	182.54 m	224	Cumple

Fuente: *Elaboración propia*

4.4.7) Tanque de almacenamiento

El propósito del tanque de almacenamiento en este sistema de abastecimiento de agua, es suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua.

Localización:

La ubicación del tanque de almacenamiento se propuso a partir de un análisis de las curvas de nivel del terreno procurando que estuviera en el lugar más elevado

posible dentro de los límites de propiedad de la lotificación. Los datos de su ubicación aproximada se muestran en la tabla 18.

Tabla - 18: Localización del tanque.

Elevación (msnm)	COORDENADAS UTM	
	X	Y
910.3	567056.00	1450397.00

Fuente: Elaboración Propia

Tipo de tanque

La clase de tanque propuesta para el diseño será un depósito sobre el suelo de concreto reforzado, debido a que la localidad cuenta con los materiales de construcción necesarios, se ajusta a los criterios para su correcto diseño y a las necesidades del proyecto. Este será un tanque de distribución porque captará el agua proveniente de la fuente antes de llegar a la población.

Los cálculos para la capacidad de almacenamiento del tanque de distribución se muestran a continuación:

Primeramente, debe considerarse el volumen que tendrá tanque para posteriormente decidir su geometría y las dimensiones de éste.

La capacidad del tanque de almacenamiento deberá de satisfacer las condiciones siguientes:

1. Volumen compensador necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 25% del consumo promedio diario.
2. Volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, se estimará igual al 15% del consumo promedio diario.

Por lo tanto, podemos determinar que el volumen del tanque será un 40% del CPD de un día de consumo:

$$Vol = 40\% * \left(\frac{CPD * 86400 \text{ seg/día}}{1000 \text{ L/m}^3} \right)$$

Donde:

Vol : Volumen del Tanque (m³)

CPD : Consumo promedio diario (l/seg)

El CPD calculado fue de 8.81 (l/seg) por lo tanto obtenemos que:

$$Vol = 40\% * \left(\frac{8.81 \text{ l/seg} * 86400 \text{ seg/día}}{1000 \text{ L/m}^3} \right)$$

$$V = 304.37 \text{ m}^3$$

La capacidad del tanque deberá ser aproximadamente de 305 m³ para proponer sus dimensiones se empleó la siguiente relación empírica:

$$h = \frac{Vol}{3} + k \quad a = \sqrt{\frac{Vol}{h}}$$

Donde:

h : Altura del tanque (m)

Vol : Volumen del tanque (m³)

a : Dimensión lateral del tanque (m)

K : Coeficiente en ciento de metros cúbicos

En la tabla 19 se describen los valores de K para el pre-dimensionamiento para este cálculo se seleccionará el valor 1.8 ya que el resultado del volumen calculado anteriormente se encuentra en ese rango.

Tabla - 19: Valores de K constante de la capacidad de almacenamiento

Volumen (cientos de metros cúbicos)	K
<3	2.0
3-6	1.8
7-9	1.5
10-13	1.3
14-16	1.0
>17	0.7

Fuente: folleto de abastecimiento de agua del curso explotación y administración de recursos hídricos elaborado por el Ing. José Ángel Baltodano

$$h = \frac{305/100}{3} + 1.8$$

$$h = 2.815 \text{ m} \approx 3\text{m}$$

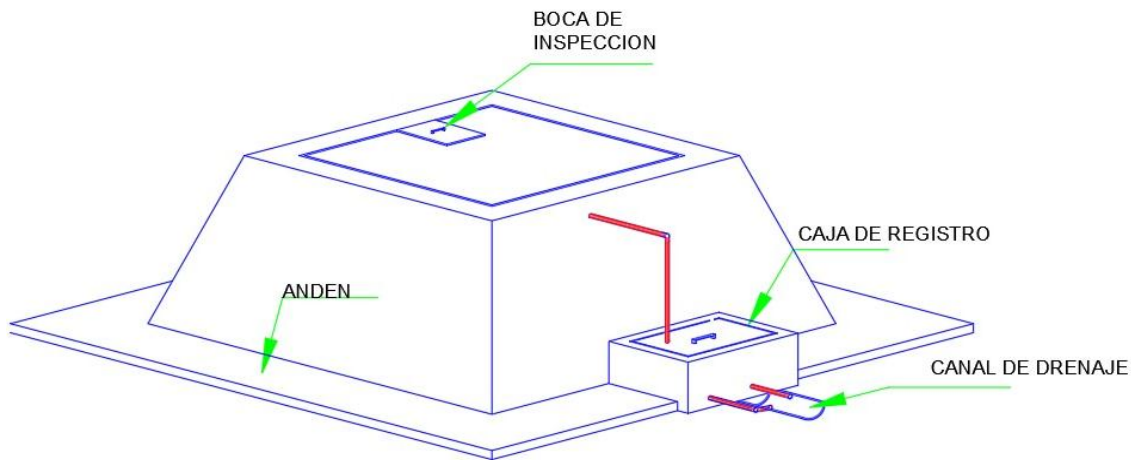
Con el resultado de la profundidad (h) se procedió a calcular la dimensión del área transversal del tanque. Considerando que probablemente un único tanque resulte ser muy ancho, por lo que sería mejor diseñar dos tanques lo que además facilitaría las labores de mantenimiento.

$$a = \sqrt{\frac{304.37\text{m}^3}{2(2.815\text{m})}}$$

$$a = 7.35 \text{ m}$$

Ambos tanques estarán conectados por una tubería a nivel de la base, lo que permitirá que tengan el mismo grado hidráulico en todo momento actuando como un solo depósito con dos compartimentos.

Ilustración - 10: Esquema de tanque



ISOMETRICO DE TANQUE

SIN ESCALA

Fuente: Elaboración propia

4.4.8) Red de distribución

La red de distribución es un circuito abierto que funcionará por gravedad, esta se analizará bajo la siguientes condiciones o escenarios:

Consumo máximo hora (CMH): Simulando la red con la población de saturación y el consumo máximo horario con el objetivo de determinar los diámetros de las tuberías y presiones máximas y mínimas de operación en el sistema de distribución en nodos.

Sin Consumo (SC): Probar la red de abastecimiento de agua potable en condiciones extremas de cero consumos; para comprobar que las presiones en los nodos no excedan los 50 metros columna de agua (m.c.a) ni los 70 (m.c.a) en las zonas críticas.

Se propuso un trazado de circuito abierto con 67 nodos y 82 tramos de red con diámetro y longitud variable. La red de distribución la conforman 5864.16 m de

tuberías PVC SDR-17 sirviendo al 100 % la urbanización por el sistema, constituidos por los siguientes diámetros:

Tabla - 20: Longitud total por diámetro, red Ciudadela

Diámetro Nominal (plg)	Diámetro Nominal (mm)	Longitud (m)	Porcentaje %
1 1/2	37.5	2265.25	38.64%
2	50	954.27	16.28%
3	75	1876.85	32.01%
4	100	50.86	0.87%
6	150	715.94	12.21%
TOTAL		5863.17	100%

Fuente: Elaboración propia, extracción de resultados en WaterCAD.

Se modeló la red en WaterCAD con motor de cálculo Epanet 2.0 con un tanque compensador en cola, que simuló el volumen calculado en el acápite (4.4.7) cuya función en este sistema de abastecimiento de agua, es suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua.

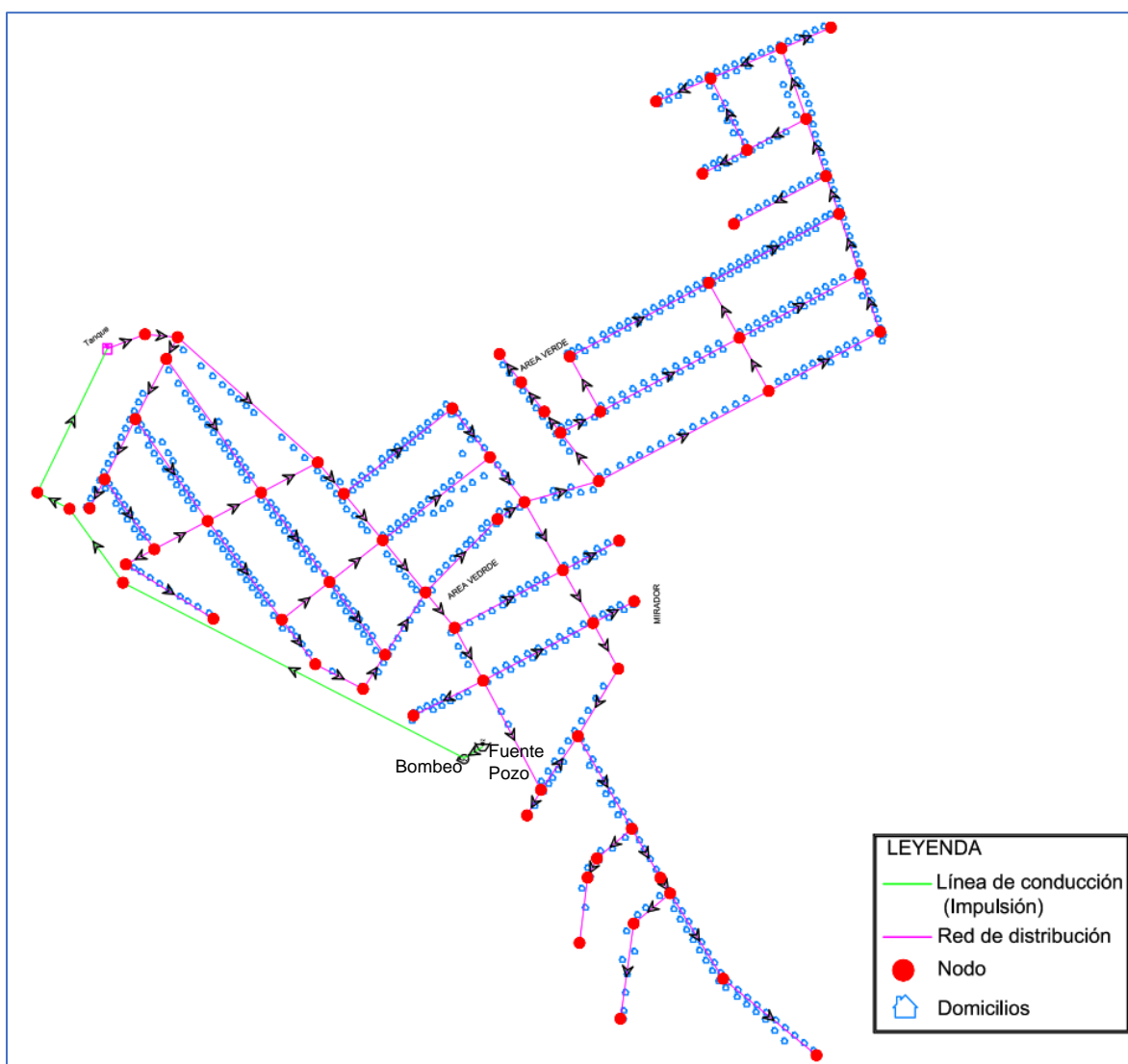
La fuente se modeló como un reservorio al nivel dinámico del pozo seguido de una bomba a la cota final de sumergencia, para igualar los parámetros físicos del sistema. Se cargaron la demanda a los nodos usando shapefiles extraídas desde ArcGIS que supondrían las conexiones domiciliarias, en su tabla de atributos se calculó por cada entidad tipo punto la demanda de una vivienda habitada por seis personas, tanto CMH y CMD. Lo que se detalla en la tabla 21.

Tabla - 21: Consumos máximos de una vivienda

Viviendas	CMD (L/s)	CMH (L/s)	CMD de una vivienda (L/s)	CMH de una vivienda (L/s)
671	14.97	26.42	0.0223	0.0394

Fuente: Elaboración propia

Ilustración - 11: Esquema de la red de distribución Ciudadela los altos de Estelí



Fuente: Elaboración propia

Se comenzó un proceso iterativo, de cambio de diámetros y elevaciones para mejorar velocidades y presiones. Hasta obtener los resultados más favorables para cada escenario.

A continuación, se presentan los resultados en cada escenario, comenzando por el consumo máximo hora **(CMH)**.

Tabla - 22: Resultados de red en escenario consumo máximo horario (CMH) – presiones en nodos

Nombre	Elevación (m)	X (m)	Y (m)	Demanda (L/s)	Grado Hidráulico (m)	Presión (m H2O)
J-4	867.69	567,056.58	1,450,397.59	0.195	910.61	42.81
J-8	877.19	567,011.42	1,450,195.24	0	915.02	37.74
J-5	881.39	566,967.35	1,450,255.99	0	913.84	32.37
J-36	869.98	567,209.91	1,450,107.46	0.071	902.05	31.99
J-49	871.62	567,170.45	1,450,127.98	0.142	903.49	31.79
J-75	874.78	567,086.13	1,450,165.43	0.159	906.27	31.41
J-73	854.7	567,422.60	1,449,835.67	0.142	886.02	31.24
J-50	874.25	567,142.76	1,450,164.72	0.478	905.35	31.02
J-14	855.13	567,433.60	1,449,914.20	0.195	886.08	30.87
J-37	870.31	567,228.07	1,450,135.71	0.425	901.07	30.68
J-6	884.19	566,940.80	1,450,269.50	0	913.38	29.11
J-71	858.26	567,388.86	1,449,898.21	0.035	887.13	28.79
J-18	859.21	567,395.49	1,449,952.06	0.071	887.13	27.85
J-27	878.61	567,013.90	1,450,210.27	0.159	906.34	27.66
J-26	878.77	567,037.35	1,450,222.69	0.248	906.42	27.58
J-19	859.55	567,403.23	1,449,967.91	0.106	887.14	27.52
J-11	864.76	567,356.85	1,450,024.31	0.23	891.29	26.46
J-41	871.85	567,261.59	1,450,187.19	1.094	898.36	26.44
J-9	869.08	567,251.55	1,450,085.64	0.195	895.49	26.35
J-39	860.96	567,431.95	1,449,992.37	0.408	887.19	26.16
J-40	871.51	567,285.59	1,450,158.00	0.337	897.69	26.11
J-69	869.41	567,421.53	1,450,229.79	0.177	895.5	26.02
J-29	881.91	566,983.92	1,450,256.56	0.071	907.19	25.22
J-23	866.13	567,345.47	1,450,003.29	0.018	891.29	25.1
J-54	870.86	567,309.21	1,450,114.39	0.62	895.57	24.65
J-62	877.41	567,182.21	1,450,195.69	0.62	902.03	24.56
J-55	881.89	567,081.50	1,450,245.99	0.762	906.21	24.26
J-60	871.24	567,375.04	1,450,205.42	0.478	895.55	24.25
J-70	865.91	567,387.52	1,450,068.55	0.514	889.75	23.78

Nombre	Elevación (m)	X (m)	Y (m)	Demanda (L/s)	Grado Hidráulico (m)	Presión (m H2O)
J-42	869.98	567,434.00	1,450,179.79	0.722	893.65	23.61
J-72	884.63	567,021.77	1,450,330.02	0.567	908.29	23.6
J-56	876.45	567,226.20	1,450,230.23	0.62	900.07	23.56
J-43	870.6	567,399.88	1,450,161.91	0.443	894.16	23.5
J-3	887.92	567,029.67	1,450,399.94	0	910.92	22.94
J-20	887.69	567,047.34	1,450,379.66	0.408	910.5	22.76
J-16	863.55	567,463.62	1,449,939.06	0.372	886.2	22.6
J-77	862.95	567,584.66	1,449,805.60	0.301	885.54	22.53
J-46	868.34	567,420.94	1,450,124.12	0.089	890.86	22.46
J-28	884.98	566,996.19	1,450,280.38	0.443	907.19	22.16
J-64	871.93	567,620.61	1,450,449.60	0.673	894.09	22.11
J-17	864.27	567,455.58	1,449,951.86	0.124	886.42	22.09
J-74	863.84	567,507.46	1,449,868.68	0.585	885.8	21.91
J-30	872.49	567,322.65	1,450,383.65	0.669	894.29	21.74
J-63	872.55	567,637.26	1,450,401.86	0.425	894.17	21.56
J-31	873.52	567,340.55	1,450,360.34	0.106	894.63	21.06
J-58	873.33	567,520.96	1,450,396.92	0.833	894.34	20.96
J-57	873.89	567,545.23	1,450,353.20	0.532	894.41	20.47
J-21	874.63	567,359.63	1,450,336.14	0.124	895.1	20.42
J-61	884.53	567,125.77	1,450,269.51	0.709	904.99	20.41
J-22	875.16	567,373.12	1,450,318.76	0.213	895.54	20.33
J-38	874.71	567,406.03	1,450,336.15	0.514	895.04	20.28
J-65	875.7	567,404.73	1,450,278.90	0.425	895.79	20.04
J-25	876	567,343.25	1,450,261.71	0.266	895.91	19.86
J-34	881.22	567,194.07	1,450,268.54	0.656	900.94	19.67
J-52	861.21	567,452.13	1,450,591.89	0.159	880.86	19.6
J-76	868.05	567,516.40	1,450,490.92	0.177	887.69	19.59
J-68	873.9	567,380.78	1,450,381.61	0.549	893.19	19.25
J-67	872.75	567,495.71	1,450,442.38	1.045	891.66	18.86
J-45	862.57	567,490.48	1,450,532.35	0.124	881.19	18.57
J-66	880.33	567,283.64	1,450,338.89	0.62	898.92	18.54
J-48	862.66	567,596.52	1,450,652.83	0.106	881.05	18.35
J-35	885.1	567,172.50	1,450,294.27	0.266	903.31	18.17
J-53	862.72	567,497.28	1,450,610.94	0.549	880.9	18.13
J-32	869.63	567,592.46	1,450,530.30	0.354	887.77	18.1
J-47	863	567,555.73	1,450,635.61	0.514	881.07	18.02
J-59	864.37	567,575.98	1,450,577.56	0.39	882.36	17.95
J-24	878.4	567,320.99	1,450,247.53	0.319	896.37	17.92

Nombre	Elevación (m)	X (m)	Y (m)	Demanda (L/s)	Grado Hidráulico (m)	Presión (m H2O)
J-44	863.51	567,527.25	1,450,551.80	0.39	881.21	17.65
J-33	870.34	567,603.29	1,450,499.26	0.691	887.95	17.57
J-51	881.88	567,314.74	1,450,298.62	0.602	898.2	16.28

Fuente: Elaboración propia (Extracción de resultados de WaterCAD)

Tabla - 23: Resultados de red en escenario consumo máximo horario (CMH) – conductos

Nombre	Nodo Inicial	Nodo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)
P-17	J-23	J-11	23.9	37.5	0.018	0.02
P-22	J-71	J-18	54.26	37.5	0.035	0.03
P-38	J-28	J-29	26.8	37.5	0.071	0.06
P-23	J-18	J-19	17.64	37.5	0.106	0.1
P-84	J-47	J-48	44.27	37.5	0.106	0.1
P-48	J-44	J-45	41.6	37.5	0.124	0.11
P-7	J-14	J-73	79.3	37.5	0.142	0.13
P-46	J-52	J-53	49	37.5	0.159	0.14
P-32	J-75	J-27	85.02	37.5	0.159	0.14
P-7	J-60	J-69	52.5	37.5	0.177	0.16
P-71	J-76	J-32	85.65	37.5	0.177	0.16
P-21	J-9	J-54	64.43	37.5	0.195	0.18
P-24	J-19	J-39	37.73	37.5	0.213	0.19
P-8	J-77	J-74	99.7	37.5	0.301	0.27
P-82	J-47	J-53	63.45	37.5	0.302	0.27
P-58	J-26	J-27	26.53	37.5	0.319	0.29
P-43	J-57	J-58	50.01	75	1.277	0.29
P-79	J-63	J-64	50.56	75	1.316	0.3
P-16	J-14	J-16	38.98	37.5	0.337	0.3
P-47	J-53	J-44	66.31	37.5	0.407	0.37
P-44	J-58	J-64	112.72	75	1.685	0.38
P-78	J-57	J-63	104.1	75	1.742	0.39
P-57	J-55	J-26	49.92	50	0.814	0.41
P-9	J-74	J-16	82.92	50	0.886	0.45
P-66	J-25	J-60	64.65	50	0.965	0.49
P-65	J-65	J-25	63.83	150	9.564	0.54
P-61	J-30	J-31	29.39	37.5	0.669	0.61
P-74	J-67	J-68	130	37.5	0.675	0.61

Nombre	Nodo Inicial	Nodo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)
P-76	J-38	J-58	130	75	2.738	0.62
P-72	J-32	J-33	32.88	75	2.764	0.63
P-25	J-62	J-37	75.5	37.5	0.704	0.64
P-1	J-42	J-43	38.53	37.5	0.722	0.65
P-2	J-43	J-54	102.37	37.5	0.733	0.66
P-62	J-31	J-21	30.82	37.5	0.775	0.7
P-31	J-28	J-26	70.87	50	1.381	0.7
P-64	J-22	J-65	50.86	100	5.588	0.71
P-34	J-55	J-50	101.77	75	3.501	0.79
P-42	J-65	J-57	158.94	75	3.551	0.8
P-10	J-16	J-17	15.11	50	1.595	0.81
P-63	J-21	J-22	22	37.5	0.899	0.81
P-83	J-44	J-59	55.12	37.5	0.921	0.83
P-81	J-59	J-47	61.48	37.5	0.922	0.83
P-11	J-17	J-39	46.9	50	1.719	0.88
P-4	J-70	J-46	64.85	50	1.761	0.9
P-28	J-24	J-25	26.4	50	1.769	0.9
P-53	J-20	J-4	20.17	150	16.617	0.94
P-49	J-28	J-72	55.84	50	1.895	0.97
P-3	J-11	J-70	53.83	37.5	1.091	0.99
P-37	J-36	J-37	33.58	37.5	1.098	0.99
P-67	J-60	J-40	101.24	50	1.973	1
P-85	J-22	J-38	37.22	75	4.476	1.01
P-73	J-33	J-67	121.69	37.5	1.127	1.02
P-41	J-66	J-51	50.88	75	4.587	1.04
P-36	J-49	J-36	44.48	37.5	1.168	1.06
P-27	J-41	J-24	84.67	50	2.088	1.06
P-56	J-61	J-55	50.13	50	2.132	1.09
P-75	J-68	J-38	52	37.5	1.225	1.11
P-30	J-51	J-56	111.88	75	5.041	1.14
P-6	J-43	J-60	50.1	50	2.282	1.16
P-39	J-56	J-34	50	75	5.137	1.16
P-68	J-40	J-41	37.79	75	5.197	1.18
P-40	J-34	J-66	113.89	75	5.207	1.18
P-35	J-50	J-49	46.01	37.5	1.31	1.19
P-12	J-39	J-70	88.19	50	2.339	1.19
P-19	J-11	J-54	101.9	37.5	1.339	1.21
P-26	J-37	J-41	61.43	37.5	1.376	1.25
P-55	J-35	J-61	52.88	50	2.452	1.25

Nombre	Nodo Inicial	Nodo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)
P-50	J-72	J-55	103.09	75	5.58	1.26
P-77	J-67	J-58	52	37.5	1.497	1.36
LC_92	Tanque	J-3	33.44	150	25.627	1.45
LC_93	J-3	J-4	27.01	150	25.627	1.45
P-86	J-40	J-54	49.6	50	2.887	1.47
P-59	J-50	J-62	50.15	37.5	1.712	1.55
P-69	J-41	J-56	55.72	75	7.003	1.59
P-33	J-61	J-62	92.92	75	7.139	1.62
P-5	J-46	J-43	43.26	37.5	1.85	1.68
P-60	J-62	J-56	55.93	75	7.527	1.7
LC-87	R-1	PMP-1	17.98	150	30.188	1.71
LC-90	J-5	J-6	29.79	150	30.188	1.71
LC-89	J-8	J-5	75.06	150	30.188	1.71
LC-88	PMP-1	J-8	316.81	150	30.188	1.71
LC-91	J-6	Tanque	131.68	150	30.188	1.71
P-51	J-72	J-20	55.84	75	8.042	1.82
P-52	J-20	J-61	135.22	75	8.167	1.85
P-54	J-4	J-35	155.28	75	8.814	2
P-80	J-32	J-59	50.05	37.5	2.233	2.02
P-29	J-25	J-51	46.64	75	9.026	2.04
P-45	J-64	J-33	52.59	37.5	2.328	2.11
P-70	J-34	J-35	33.57	75	11	2.49

Fuente: Elaboración propia (Extracción de resultados de WaterCAD)

Resumen de Resultados en Escenario Consumo Máximo Horario (CMH):

Tabla - 24: Resumen (CMH)

Presión mínima	Presión máxima	Velocidad min (m/s)	Velocidad máx. (m/s)	Q min (L/s)	Q máx. (L/s)	Velocidad > 0.6 (cumplimiento) (m/s)
(m H2O)	(m H2O)					
16.28	42.81	0.02	2.49	0.018	30.188	63%

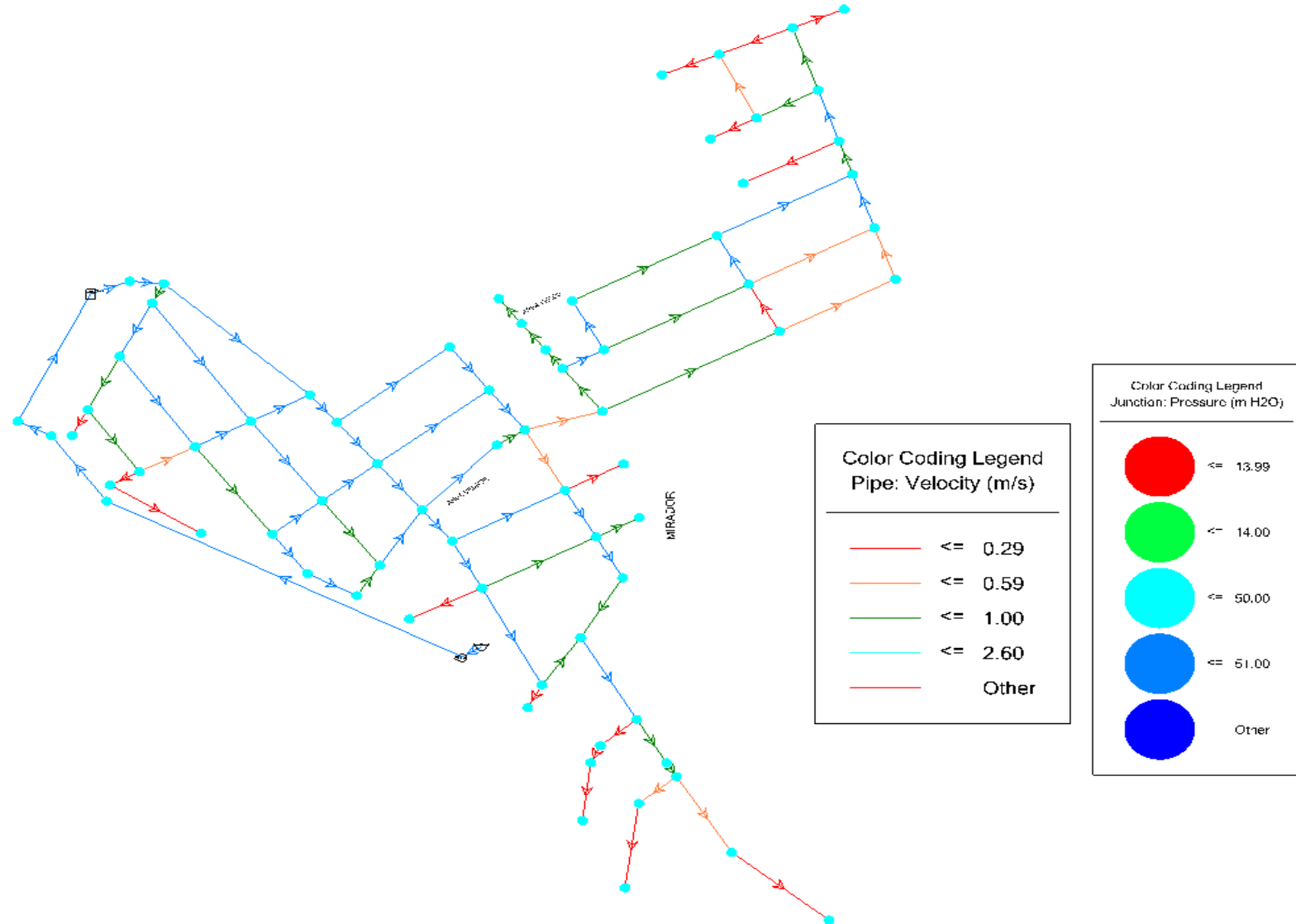
Fuente: Elaboración propia (Extracción de resultados de WaterCAD)

Todas las presiones en el sistema cumplen, con el mínimo requerido y no superan los 50 metros columna de agua. Por lo que se puede asegurar que la tubería no sufrirá daños con esta demanda.

El 63% de las velocidades está dentro del rango permitido. Las que no cumplen son los ramales finales de la red en las que se propuso el diámetro mínimo (1 ½”), por lo tanto, se tomó como aceptable.

Para resolver esta problemática se instalarán válvulas de limpieza para lidiar periódicamente con la sedimentación en los conductos.

Ilustración - 12: Análisis de Velocidades y presiones (CMH)



Fuente: Elaboración propia (Extracción de resultados de WaterCAD)

Tabla - 25: Resultados de red en escenario sin consumo (SC) – presiones en nodos

Nombre	Elevación (m)	X (m)	Y (m)	Demanda (L/s)	Grado Hidráulico (m)	Presión (m H2O)
J-73	854.7	567,422.60	1,449,835.67	0	911.31	56.47
J-14	855.13	567,433.60	1,449,914.20	0	911.31	56.04
J-71	858.26	567,388.86	1,449,898.21	0	911.31	52.92
J-18	859.21	567,395.49	1,449,952.06	0	911.31	51.97
J-19	859.55	567,403.23	1,449,967.91	0	911.31	51.63
J-39	860.96	567,431.95	1,449,992.37	0	911.31	50.22
J-52	861.21	567,452.13	1,450,591.89	0	911.31	49.97
J-45	862.57	567,490.48	1,450,532.35	0	911.31	48.62
J-48	862.66	567,596.52	1,450,652.83	0	911.31	48.53
J-53	862.72	567,497.28	1,450,610.94	0	911.31	48.47
J-77	862.95	567,584.66	1,449,805.60	0	911.31	48.23
J-47	863	567,555.73	1,450,635.61	0	911.31	48.19
J-44	863.51	567,527.25	1,450,551.80	0	911.31	47.68
J-16	863.55	567,463.62	1,449,939.06	0	911.31	47.64
J-74	863.84	567,507.46	1,449,868.68	0	911.31	47.35
J-17	864.27	567,455.58	1,449,951.86	0	911.31	46.92
J-59	864.37	567,575.98	1,450,577.56	0	911.31	46.82
J-11	864.76	567,356.85	1,450,024.31	0	911.31	46.43
J-70	865.91	567,387.52	1,450,068.55	0	911.31	45.29
J-23	866.13	567,345.47	1,450,003.29	0	911.31	45.07
J-4	867.69	567,056.58	1,450,397.59	0	911.31	43.51
J-76	868.05	567,516.40	1,450,490.92	0	911.31	43.15
J-46	868.34	567,420.94	1,450,124.12	0	911.31	42.86
J-9	869.08	567,251.55	1,450,085.64	0	911.31	42.13
J-69	869.41	567,421.53	1,450,229.79	0	911.31	41.79
J-32	869.63	567,592.46	1,450,530.30	0	911.31	41.58
J-36	869.98	567,209.91	1,450,107.46	0	911.31	41.23
J-42	869.98	567,434.00	1,450,179.79	0	911.31	41.23

Nombre	Elevación (m)	X (m)	Y (m)	Demanda (L/s)	Grado Hidráulico (m)	Presión (m H2O)
J-37	870.31	567,228.07	1,450,135.71	0	911.31	40.9
J-33	870.34	567,603.29	1,450,499.26	0	911.31	40.87
J-43	870.6	567,399.88	1,450,161.91	0	911.31	40.61
J-54	870.86	567,309.21	1,450,114.39	0	911.31	40.35
J-60	871.24	567,375.04	1,450,205.42	0	911.31	39.97
J-40	871.51	567,285.59	1,450,158.00	0	911.31	39.7
J-49	871.62	567,170.45	1,450,127.98	0	911.31	39.59
J-41	871.85	567,261.59	1,450,187.19	0	911.31	39.36
J-64	871.93	567,620.61	1,450,449.60	0	911.31	39.28
J-30	872.49	567,322.65	1,450,383.65	0	911.31	38.72
J-63	872.55	567,637.26	1,450,401.86	0	911.31	38.66
J-67	872.75	567,495.71	1,450,442.38	0	911.31	38.46
J-58	873.33	567,520.96	1,450,396.92	0	911.31	37.88
J-8	877.19	567,011.42	1,450,195.24	0	915.02	37.74
J-31	873.52	567,340.55	1,450,360.34	0	911.31	37.69
J-57	873.89	567,545.23	1,450,353.20	0	911.31	37.33
J-68	873.9	567,380.78	1,450,381.61	0	911.31	37.32
J-50	874.25	567,142.76	1,450,164.72	0	911.31	36.97
J-21	874.63	567,359.63	1,450,336.14	0	911.31	36.59
J-38	874.71	567,406.03	1,450,336.15	0	911.31	36.51
J-75	874.78	567,086.13	1,450,165.43	0	911.31	36.44
J-22	875.16	567,373.12	1,450,318.76	0	911.31	36.06
J-65	875.7	567,404.73	1,450,278.90	0	911.31	35.52
J-25	876	567,343.25	1,450,261.71	0	911.31	35.22
J-56	876.45	567,226.20	1,450,230.23	0	911.31	34.77
J-62	877.41	567,182.21	1,450,195.69	0	911.31	33.81
J-24	878.4	567,320.99	1,450,247.53	0	911.31	32.82
J-27	878.61	567,013.90	1,450,210.27	0	911.31	32.62
J-26	878.77	567,037.35	1,450,222.69	0	911.31	32.46

Nombre	Elevación (m)	X (m)	Y (m)	Demanda (L/s)	Grado Hidráulico (m)	Presión (m H2O)
J-5	881.39	566,967.35	1,450,255.99	0	913.84	32.37
J-66	880.33	567,283.64	1,450,338.89	0	911.31	30.9
J-34	881.22	567,194.07	1,450,268.54	0	911.31	30.01
J-51	881.88	567,314.74	1,450,298.62	0	911.31	29.35
J-55	881.89	567,081.50	1,450,245.99	0	911.31	29.34
J-29	881.91	566,983.92	1,450,256.56	0	911.31	29.33
J-6	884.19	566,940.80	1,450,269.50	0	913.38	29.11
J-61	884.53	567,125.77	1,450,269.51	0	911.31	26.72
J-72	884.63	567,021.77	1,450,330.02	0	911.31	26.61
J-28	884.98	566,996.19	1,450,280.38	0	911.31	26.27
J-35	885.1	567,172.50	1,450,294.27	0	911.31	26.15
J-20	887.69	567,047.34	1,450,379.66	0	911.31	23.56
J-3	887.92	567,029.67	1,450,399.94	0	911.31	23.33

Por último, se prestan los resultados de una red sin consumo, para comprobar que las presiones no excedan lo permitido por la norma.

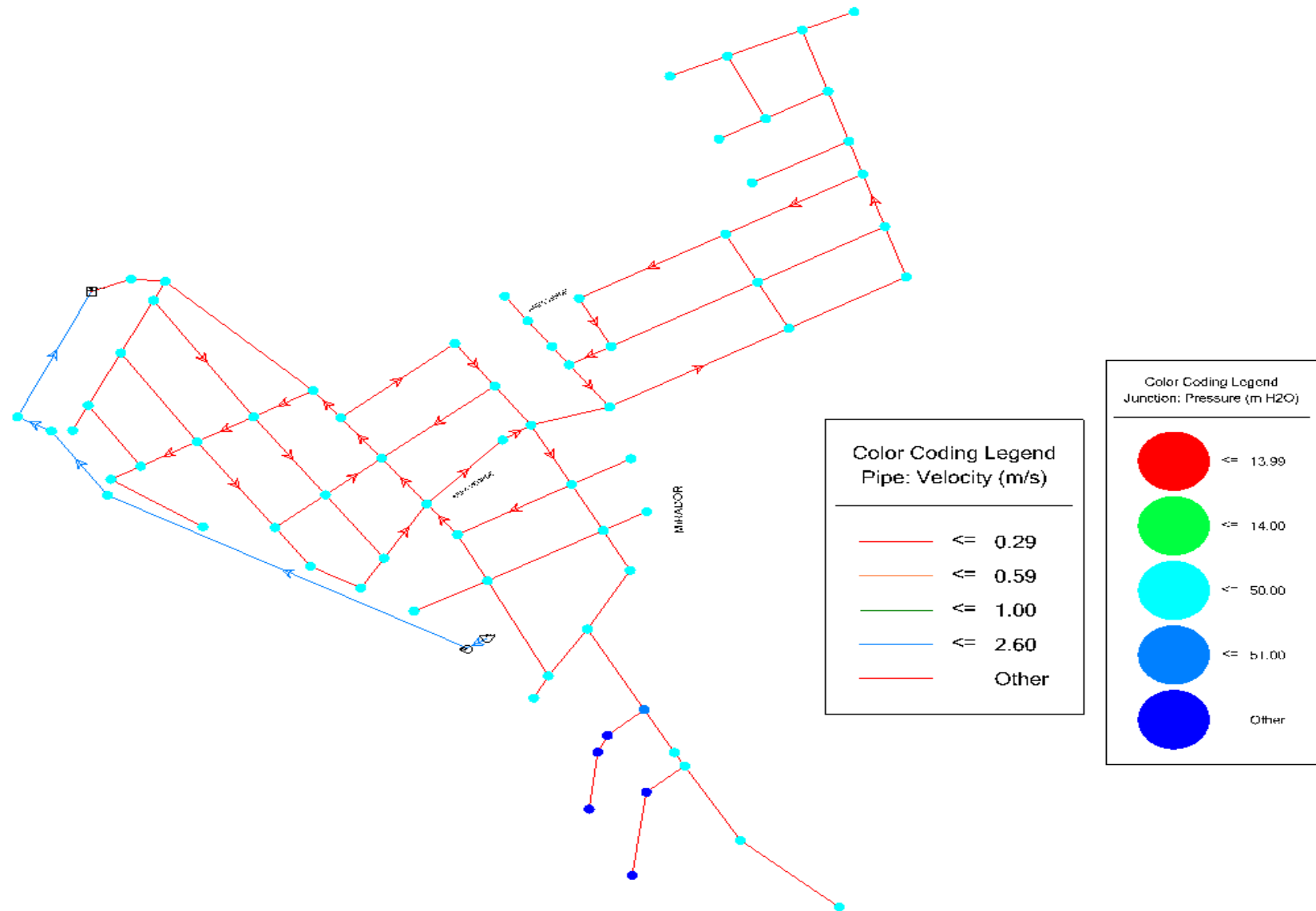
Tabla - 26: Resumen (SC)

Presión mínima (m H2O)	Presión máxima (m H2O)
23.33	56.47

Fuente: Elaboración propia (Extracción de resultados de WaterCAD)

Las presiones están dentro de los rangos permisibles según INAA, (2001). Lo que indica que en condiciones extremas de cero consumos la tubería no sufrirá daños a causa de la presión estática interna.

Ilustración - 13: Análisis de velocidades y presiones (SC)

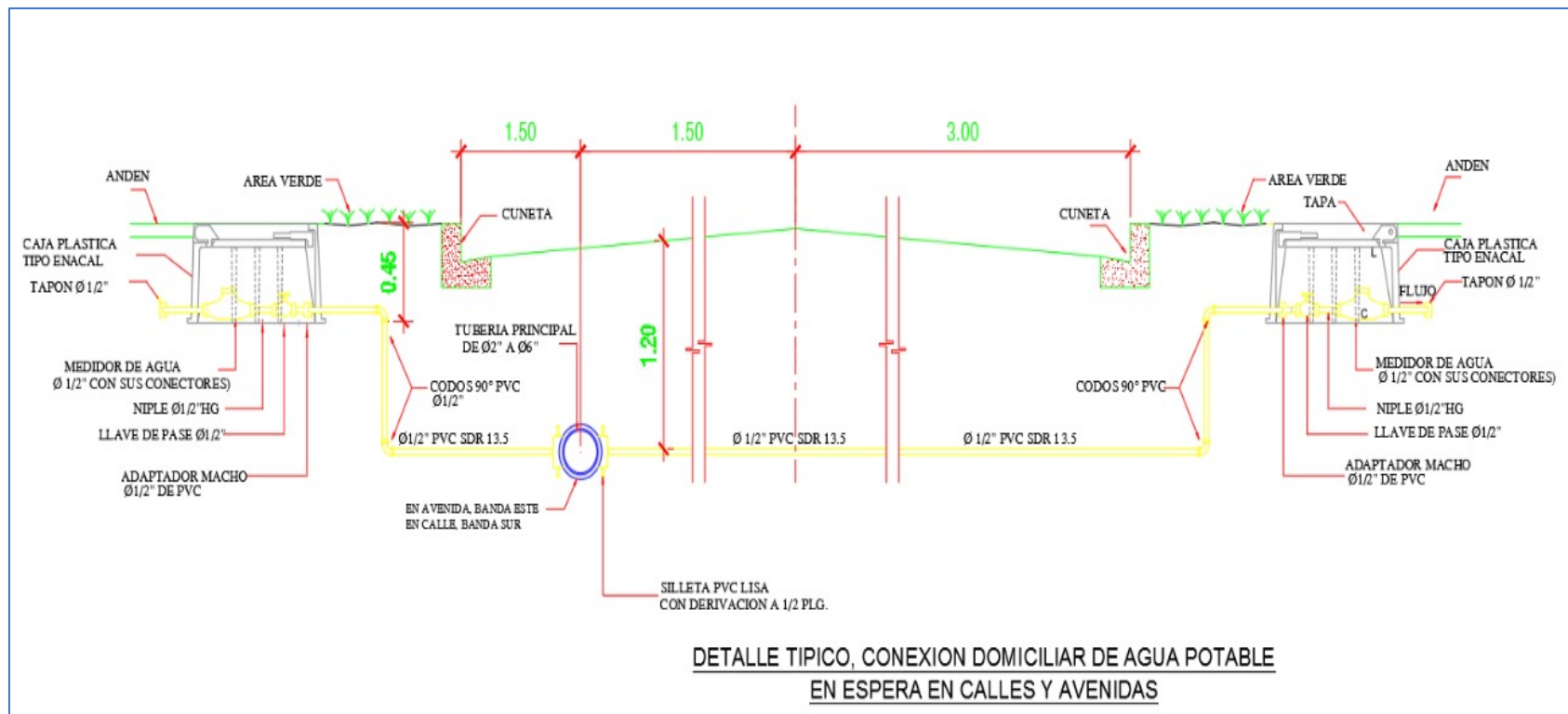


Fuente: Elaboración propia extracción de resultados de WaterCAD.

4.4.9) Conexiones domiciliarias

Se instalarán 671 conexiones domiciliarias con un diámetro mínimo de 1/2 pulgada (12.5 mm). Toda conexión domiciliar deberá estar siempre controlada por su medidor correspondiente o por un regulador de flujos. Todo esto como lo indica la (INAA, 2001) NTON 09-003-99 - Norma Urbana.

Ilustración - 14: Detalle típico de conexión domiciliar



Fuente: Elaboración propia

4.4.10) Planos de diseño de red

Los planos de diseño de red, se presentan en el Anexo 7.

4.5) Evaluación de impacto ambiental

El Estudio Ambiental Preliminar (EAP) se realizó específicamente orientado a determinar el alcance de los problemas ambientales que generará el sistema de abastecimiento de agua potable propuesto y a estudiar las ventajas y desventajas, según criterios ambientales, de las distintas alternativas técnicas del mismo.

De acuerdo al **Decreto 20-2017: Sistema de Evaluación Ambiental de Permisos y Autorizaciones para el Uso Sostenible de los Recursos Naturales. Publicado en La Gaceta No. 228 del 29 de noviembre del 2017.** Este proyecto puede clasificarse como un proyecto de categoría IV: en función de la naturaleza del proceso y los potenciales efectos ambientales, se considera como de bajo Impacto ambiental potencial.

Se evaluaron los siguientes aspectos:

Peligrosidad del sitio debido a factores naturales o antrópicos que pueden dañar al proyecto

El área de afectación directa del proyecto es de aproximadamente de 22.5 hectáreas y no está habitada actualmente. La vegetación presente está conformada por Guanacastes.

Según los registros de la estación meteorológica Valle Santa Cruz (Código 69063; Tipo: PV. Latitud Norte 13° 01' 06" y Longitud Oeste: 86° 18' 54". Ubicada a 1010 msnm; con registros del período 1969-2004) la temperatura media de la zona oscila entre los 28° hasta los 30.5° y la precipitación entre los 30 mm y 500 mm de lluvia dependiendo de la estación del año.

Esto puede indicar que el área del proyecto no está en riesgo debido a factores naturales que afecten directamente o de manera drástica la ejecución y operación del proyecto.

Se ha contemplado la posibilidad de daños a la infraestructura por vandalismo, por lo que la empresa COVISCOF ha introducido en su plan de costos la seguridad de las obras futuras, principalmente el tanque, la obra de toma y la caseta de control de bombeo.

Efectos ambientales negativos del proyecto

La mayor cantidad de efectos ambientales negativos serán producidos en la etapa de construcción del proyecto, donde se verá afectado el ambiente por la producción de polvo, ruido y movimientos de tierra, entre otros.

En la etapa de operación el impacto más considerable será la explotación de la fuente, al cambiar constantemente la dinámica del acuífero subterráneo.

Aspectos legales, técnicos y normativos del proyecto que entre en contradicción con el marco jurídico

La “Cooperativa de Viviendas Similares Conexos y Otros servicios Familia Feliz” (COVISCOF) ha tomado todas las medidas legales, desde la adquisición de los terrenos en concepto de compra al señor Sr. Alfredo Rodríguez Castillo. Y el permiso de aprovechamiento de aguas subterráneas por medio de los respectivos estudios para cumplir con los requerimientos solicitados por el ANA (Autoridad Nacional del Agua).

En su momento solicitarán los permisos constructivos para la instalación de la red de agua potable que servirá a los futuros ocupantes de la localidad.

Efectos sociales indeseables generados por el proyecto

Podría decirse que los efectos sociales negativos serán mínimos, sobre todo porque la ejecución total del proyecto se llevará a cabo cuando la ocupación sea parcial y no total, es decir la red de abastecimiento de agua potable deberá estar terminada antes de la de saturación total de la urbanización.

Matriz de Leopold

Para la identificación de los posibles impactos ambientales se ha empleado la matriz de interacciones de Leopold, que consta de cuadros de doble entrada en una de las cuales se disponen las acciones del proyecto causa de impacto y en la otra los elementos o factores ambientales relevantes receptores de los efectos. En la matriz se señalan las casillas donde se puede producir una interacción, las cuales identifican impactos potenciales, cuya significación habrá de evaluarse posteriormente.

La asignación de valores se hace con base en el criterio del ejecutor del estudio de factibilidad ambiental, que dependerá de la experiencia del mismo y de los datos recopilados y analizados sobre el tema a abordar.

La propuesta de la valoración y los criterios para la matriz de Leopold se muestran en la tabla 27.

Tabla - 27: Valoración utilizada para matriz de Leopold

Ordinal	Nominal	Magnitud	Importancia
5	Muy alto	Efectos irreversibles. No existe posibilidad de corrección. La afectación se manifiesta a más de 1 km del área del proyecto.	<ul style="list-style-type: none">• Afecta a toda el área del proyecto.• La afectación está entre el 80-100%.
4	Alto	Efectos considerables e importantes, pero aún corregibles.	<ul style="list-style-type: none">• La relevancia de los efectos es considerable.• La afectación está entre el 60-80%.
3	Moderado	Alteración ambiental corregible. La afectación se produce entre el área del proyecto y hasta 1 km.	<ul style="list-style-type: none">• Existe cierta incidencia y efectos sobre los factores ambientales.• La afectación está entre 40-60%.

Ordinal	Nominal	Magnitud	Importancia
2	Bajo	Son efectos considerables pero asumibles por el medio.	<ul style="list-style-type: none"> • Los efectos no suponen gran alteración sobre los factores ambientales. • La afectación está entre 20-40%.
1	Muy bajo	Los efectos son fácilmente asumibles por el medio. La afectación sucede en forma puntual donde se realiza la actividad.	<ul style="list-style-type: none"> • La importancia es mínima. • La afectación es menor a 20%.

Para la valoración de cada uno de las etapas, actividades e impactos se ha consultado la bibliografía disponible, teniendo como referente (BANBRAS SHCP, 2010).

Tabla - 28: Matriz de Leopold

Tipología del Proyecto			Etapas y Actividades	Impactos Ambientales													
Construcción de Sistema de Agua potable	Acumulación y Potabilización de agua	Abastecimiento de Agua	<div>MAGNITUD(+0)</div> <div>IMPORTANCIA</div>	Emisión de Partículas y Polvos	Generación de Aguas Residuales	Generación de Residuos Sólidos	Incremento de los niveles de Ruido	Alteración y utilización de aguas superficiales o Subterráneas	Contaminación de cuerpos de agua por sedimentos y Residuos	Cambios en la estructura del suelo (propiedades físico químicas)	Remoción y afectación de la cobertura vegetal	Alteración de las costumbres y culturas de la comunidad	Conflictos por uso de agua	Incremento en los niveles de Accidentabilidad	Impacto Visual	Daño en el patrimonio cultural	
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														
			Etapas y Actividades														

Fuente: Elaboración propia

4.5.1) Valoración de impactos

Emisión de partículas de polvo: Con mayor afectación en la etapa de construcción debido a las excavaciones y operación constante de máquinas. Es uno de los impactos más altos, pero momentáneo. Puesto que acabará una vez haya terminado la construcción del sistema y sólo se presentará durante la operación de la red cuando se le deba dar mantenimiento a las tuberías.

Generación de Aguas Residuales: Este aspecto es valorado desde el punto de vista técnico en la construcción del sistema, donde el agua es utilizada como un recurso para la ejecución de ciertas actividades y la operación de las instalaciones. Genera aguas residuales y después de su puesta en servicio donde la comunidad hará uso del recurso.

Generación de Residuos Sólidos: Cada actividad y uso de materiales tendrá como consecuencia la generación de residuos sólidos, habrá que contar con un plan de limpieza y eliminación de residuos para mitigar el impacto.

Incremento de los niveles de ruido. El empleo de maquinaria pesada es potencialmente la acción que más eleva los niveles de ruido. Según la puntuación obtenida el efecto es asumible por el medio.

Alteración y utilización de aguas subterráneas: al utilizar agua de un acuífero subterráneo estará sujeto a cambios físicos y químicos por la explotación constante del mismo.

Contaminación de cuerpos de agua por sedimentos y residuos: se considerada de baja afectación debido a que los procesos constructivos y de explotación del recurso no genera sedimentos o residuos.

Cambios en la estructura del suelo: debido a las constantes excavaciones y aditivos para el mejoramiento de la compactación del terreno se considera este impacto uno de los más afectantes.

Remoción y afectación de la cobertura vegetal: este es uno de los impactos más graves asumidos por el medio debido a la pérdida de vegetación que debe ser necesariamente removida para asentar las obras del proyecto.

Alteración de las costumbres y cultura de la comunidad: considerado positivo por lo que se brindará un servicio a la comunidad y fuentes de empleo.

Conflictos por uso de agua: considerada de bajo impacto, no se encontraron motivos de peso para que sea una problemática en este proyecto.

Incremento en los niveles de accidentabilidad: no es un impacto considerado como grave, todas las operaciones constructivas serán realizadas por personal completamente capacitado y protegido.

Impacto visual: siendo este un impacto leve, mayormente presentado en la etapa de construcción por la constante operación de máquinas y personal trabajador.

Daño en el patrimonio cultural: no hay patrimonio cultural encontrado en sitio.

4.5.2) Valoración de etapas

Etapas de construcción: En promedio la más impactante sobre todo por la remoción de corteza vegetal, y generación de ruido y polvo debido a los movimientos de tierra e instalación de tuberías y obras varias. Sin embargo, tras los puntajes obtenidos podemos decir que en su mayoría los impactos son asumibles por el medio o son una alteración ambiental corregible. Para lo que podría diseñarse un plan de resiliencia ambiental post-construcción.

Etapas de operación: La menos impactante pero que actúa a largo plazo después de la puesta en operación. En contraste esto generara agua en calidad y cantidad suficiente para la urbanización.

Tabla - 29: Promedio de impacto ambiental por etapa de proyecto

Promedio		
Etapas de Construcción	M	-2.53
	I	2.50
Etapas de Operación	M	-1.67
	I	1.75

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se detallan los valores de la actividad y el impacto con mayor magnitud e importancia del proyecto:

Tabla - 30: Mayor actividad y mayor impacto del proyecto

NOMBRE		MAGNITUD	IMPOTRANCIA
ACTIVIDAD	Instalación de tuberías	-3.67	4.00
IMPACTO	Remoción y Afectación de la cobertura vegetal	-3.67	3.83

Fuente: Elaboración propia

4.6) Estimación de costos del proyecto

En base a los planos elaborados se realizó un take off que consistió en obtener las cantidades necesarias para la propuesta de construcción de la red de abastecimiento de agua potable para la urbanización; este costo y presupuesto abarca actividades que están incluidas en el catálogo de etapas y sub etapas del FISE, además, actividades que están propuestas acordes al diseño.

Basados en los elementos del libro (Salazar, 2005), en el cual se presentan los métodos para realizar un análisis de costo con el que sea factible integrar cualquier precio unitario con base en el procedimiento de construcción que vaya a emplearse.

La siguiente tabla de costo y presupuesto contiene 7 etapas:

- 1) Preliminares: etapa en la cual se prepara la obra y se da orientación a la misma para ejecutarse de una manera adecuada.
- 2) Pozo: en esta etapa se realiza la perforación, estudios del agua, caseta o estación de bombeo, cerca perimetral y sarta del pozo.
- 3) Línea de conducción: esta etapa es en la cual se coloca la tubería del pozo al tanque, tubería de diámetro destinado con sus respectivos accesorios y bloques de reacción donde sean necesarios.

- 4) Tanque de almacenamiento: etapa de construcción o elaboración del depósito de agua de volumen destinado.
- 5) Línea de distribución: etapa en la cual se distribuyen las tuberías de diámetro calculado, con el fin de llevar el agua con presión y velocidad necesaria
- 6) Conexiones domiciliarias: etapa en la cual se instala la tubería a cada una de las casas con sus respectivos accesorios y medidor.
- 7) Limpieza y entrega: esta etapa simplemente se limpia el área trabajada de escombros, basura etc., para posteriormente realizar entrega de la obra.

Tabla - 31: Resumen de costo y presupuesto

N°	Actividad	U/M	Cantidad de obra	Precio unitario de materiales	Precio unitario de mano de obra	Precio unitario total	TOTAL
1	Preliminares						C\$ 132,700.00
1.1	Limpieza Inicial	m2	56	C\$ 0.00	C\$ 50.00	C\$ 50.00	C\$ 2,800.00
1.2	Trazo y Nivelación	m	6495	C\$ 0.00	C\$ 20.00	C\$ 20.00	C\$ 129,900.00
2	pozo						C\$2,012,468.17
2.1	perforación de pozo (tubería-sistema eléctrico)	ft	550	C\$ 0.00	C\$ 2,020.00	C\$ 2,020.00	C\$1,111,000.00
2.2	Pruebas de agua	unidad	3	C\$ 0.00	C\$ 3,520.00	C\$ 3,520.00	C\$ 10,560.00
2.3	Bomba sumergible de 75 HP	unidad	1	C\$ 561,600.00	C\$ 0.00	C\$ 561,600.00	C\$ 561,600.00
2.4	Instalación de bomba sumergible	unidad	1	C\$ 0.00	C\$ 12,000.00	C\$ 12,000.00	C\$ 12,000.00
2.5	Sarta del pozo (con accesorios)	m	5	C\$ 18,270.00	C\$ 6,800.00	C\$ 25,070.00	C\$ 125,350.00
2.6	Techo de estación de bombeo	m2	25	C\$ 300.87	C\$ 100.00	C\$ 400.87	C\$ 10,021.67
2.7	pared de estación de bombeo	m	12	C\$ 3,190.88	C\$ 1,800.00	C\$ 4,990.88	C\$ 59,890.50

N°	Actividad	U/M	Cantidad de obra	Precio unitario de materiales	Precio unitario de mano de obra	Precio unitario total	TOTAL
2.8	Sistema eléctrico de estación de bombeo	unidad	3	C\$ 1,183.33	C\$ 470.00	C\$ 1,653.33	C\$ 4,960.00
2.9	Cerca perimetral (malla ciclón, muro de 50cm)	m	90	C\$ 1,020.96	C\$ 280.00	C\$ 1,300.96	C\$ 117,086.00
3	Línea de Conducción						C\$ 714,915.00
3.1	Excavación para tubería (incluye maquinaria) PVC de 6" SDR 13.5	m/hrs	42	C\$ 0.00	C\$ 1,260.00	C\$ 1,260.00	C\$ 52,920.00
3.2	Acarreo de material sobrante	m3	20	C\$ 0.00	C\$ 200.00	C\$ 200.00	C\$ 4,000.00
3.3	Instalación de Tubería PVC de 6" SDR 13.5	m	630	C\$ 742.95	C\$ 250.00	C\$ 992.95	C\$ 625,560.00
3.4	Bloque de reacción para accesorios	m3	5	C\$ 1,347.00	C\$ 120.00	C\$ 1,467.00	C\$ 7,335.00
3.5	Prueba Hidrostática	unidad	1	C\$ 0.00	C\$ 8,000.00	C\$ 8,000.00	C\$ 8,000.00
3.6	Relleno y compactación	m2	80	C\$ 193.75	C\$ 20.00	C\$ 213.75	C\$ 17,100.00
4	Tanque de Almacenamiento						C\$ 977,468.44
4.1	Excavación para terraza de tanque (incluye maquinaria)	m/hrs	75	C\$ 0.00	C\$ 1,260.00	C\$ 1,260.00	C\$ 94,500.00

N°	Actividad	U/M	Cantidad de obra	Precio unitario de materiales	Precio unitario de mano de obra	Precio unitario total	TOTAL
4.2	Relleno y Compactación manual (capa 70cm terraza)	m3	39	C\$ 120.00	C\$ 160.00	C\$ 280.00	C\$ 10,920.00
4.3	Pared para tanque de almacenamiento (acabada)	m	30	C\$ 5,722.83	C\$ 1,800.00	C\$ 7,522.83	C\$ 225,685.00
4.4		m2	50	C\$ 898.99	C\$ 160.00	C\$ 1,058.99	C\$ 52,949.50
4.5	Anden para tanque de almacenamiento	m2	28	C\$ 898.99	C\$ 140.00	C\$ 1,038.99	C\$ 29,091.72
4.6	Losa para tanque	m2	57	C\$ 899.00	C\$ 220.00	C\$ 1,119.00	C\$ 63,783.00
4.7	Compuerta superior de revisión y escalera	m2	5	C\$ 2,161.00	C\$ 200.00	C\$ 2,361.00	C\$ 11,805.00
5	Línea de Distribución						C\$1,974,193.18
5.1	Excavación para tuberías	m/hrs	391	C\$ 0.00	C\$ 1,260.00	C\$ 1,260.00	C\$ 492,660.00
5.2	Instalación de Tubería y accesorios PVC de 6"	m	715.94	C\$ 145.21	C\$ 180.00	C\$ 325.21	C\$ 232,830.20
5.3	Instalación de tubería y accesorios PVC de 4"	m	50.86	C\$ 128.59	C\$ 180.00	C\$ 308.59	C\$ 15,694.87
5.4	Instalación de tubería y accesorios PVC de 3"	m	1876.85	C\$ 80.20	C\$ 180.00	C\$ 260.20	C\$ 488,364.45

N°	Actividad	U/M	Cantidad de obra	Precio unitario de materiales	Precio unitario de mano de obra	Precio unitario total	TOTAL
5.5	Instalación de tubería y accesorios PVC de 2"	m	954.27	C\$ 54.08	C\$ 180.00	C\$ 234.08	C\$ 223,375.33
5.6	Instalación de tubería y accesorios PVC de 1 1/2"	m	2265.25	C\$ 41.28	C\$ 180.00	C\$ 221.28	C\$ 501,264.33
5.7	Bloque de reacción para accesorios	m3	8	C\$ 1,347.00	C\$ 120.00	C\$ 1,467.00	C\$ 11,736.00
5.8	Prueba Hidrostática	unidad	1		C\$ 4,700.00	C\$ 4,700.00	C\$ 4,700.00
5.9	Relleno y compactación	m2	80	C\$ 24.60	C\$ 20.00	C\$ 44.60	C\$ 3,568.00
6	Conexiones domiciliarias (accesorios, medidor, tubería)						C\$1,140,746.00
6.1	Excavación manual para tubería PVC de 1/2"	m	2684	C\$ 0.00	C\$ 70.00	C\$ 70.00	C\$ 187,880.00
6.2	Instalación de tubería PVC de 1/2" (incluyendo accesorios y medidor)	m	2684	C\$ 174.35	C\$ 180.00	C\$ 354.35	C\$ 951,082.00
6.3	Relleno y compactación	m2	40	C\$ 24.60	C\$ 20.00	C\$ 44.60	C\$ 1,784.00
7	Limpieza y Entrega Final	m2	150	C\$ 0.00	C\$ 20.00	C\$ 20.00	C\$ 3,000.00
1A	Sub-Total	-					C\$6,955,490.79
2A	Costos indirectos (2% 1A)						C\$ 139,109.82

N°	Actividad	U/M	Cantidad de obra	Precio unitario de materiales	Precio unitario de mano de obra	Precio unitario total	TOTAL
3A	Costos administración (2% 1A+2A)						C\$ 141,892.01
4A	Utilidades (3% 1A+2A+3A)						C\$ 217,094.78
5A	Sub-Total (1A+2A+3A+4A)						C\$7,453,587.39
6A	IVA (15% 5A)						C\$1,118,038.11
7A	Costo Total (1A+6A)						C\$8,073,528.89
	Costo Total en \$ (tipo de cambio1 \$ = 33.10 córdobas netos)						\$243,913.26

Fuente: Elaboración propia

- Los precios de los materiales se consultaron a ferreterías distribuidoras AMANCO de la localidad, como lo son ferretería Alanís y ferretería Ferre Calle.
- Los precios de mano de obra se consultaron a constructoras de la localidad entre ellas Constructora Mario González y Constructora Rayo.
- A partir de las consultas antes mencionadas, y los cálculos pertinentes se obtuvo el precio final estimado en córdobas de: C\$8,073,528.89 con un equivalente en dólares de \$243,913.26.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1) Conclusiones

Tras los estudios realizados y datos obtenidos se logró diseñar con éxito el sistema de distribución de agua potable para la Urbanización futura “Ciudadela los altos de Estelí” que tendrá capacidad para ofrecer un servicio de calidad, cantidad y continuidad suficiente para la población.

1. Según los estudios hidrogeológicos realizados en la zona de proyecto, la fuente más favorable fue la captación de aguas subterráneas, dando como resultado la elaboración de un pozo perforado de 550 ft de profundidad con una capacidad de explotación de 500 galones por minuto.
2. Se hizo un estudio socioeconómico a los barrios cercanos a la lotificación lo que nos brinda una perspectiva del tipo de población que se asentará.
3. Se realizó un estudio topográfico, extrayendo y analizando todos los datos relevantes para el diseño de los elementos de la red de distribución de agua potable.
4. Se dimensionaron todos los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable cumpliendo con las presiones permisibles y admisibles en todos los escenarios críticos de demandas en la red.
5. La actividad más impactante valorada en la matriz de Leopold fue la instalación de tuberías en la etapa de construcción, pero estos daños son asumibles por el medio y recuperables a corto plazo.
6. Se realizó el estimado de costo y presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable. Finalmente se determinó que es económicamente viable.

5.2) Recomendaciones

En la investigación se proponen las siguientes recomendaciones:

1. Dar un buen mantenimiento al sistema de abastecimiento de agua potable para garantizar la calidad del agua.
2. Orientar a las familias el uso adecuado del consumo y mantenimiento de agua potable para evitar enfermedades.
3. Elaborar planes de mitigación para reducir los impactos ambientales de las etapas de construcción y operación del sistema de agua potable.
4. Promover la reforestación de la micro cuenca de la fuente de agua y su conservación para preservar el agua del sistema.
5. Estudiar propuestas para un plan de saneamiento.

BIBLIOGRAFÍA

BANBRAS SHCP. (2010). *GUÍA PARA EL DESAROLLO DEL ESTUDIO DE VIABILIDAD PARA PROYECTOS DEL PROGRAMA: PROYECTOS DE AGUA POTABLE*.-. México: BANBRAS SHCP.

Busamante, I. A. (2016). *Impacto Ambiental*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

CAPRE. (1994). Norma Regional Capre. En *Normas de Calidad del agua para el consumo Humano* (pág. 6). Panamá: San José, Costa Rica.

CONAGUA . (2016). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

CONAGUA. (2007). *(Referencia Bibliográfica N°12: Obras de Toma)*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

CONAGUA. (2007). *Obras de Toma*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

CONAGUA. (2015). *MAPAS 23 - Desinfección Para Sistemas de Agua Potable y Saneamiento*. México DF: CONAGUA.

Cutzal Muz, J. A. (2007). *“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR BOMBEO PARA LA COLONIA ROMEC Y DISEÑO DEL INSTITUTO DE SAN JOSÉ CHACAYÁ, SOLOLÁ”* . Guatemala: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA .

Durman. (2015). *Catalogos de Tuberías de Agua Potable* . San José, Costa Rica : Durman.com.

Empresas de Grupo ALTO. (1995). *Servicios de Saneamiento*. Obtenido de <http://www.fumigadoraalto.com/metodologia-de-limpieza-y-desinfeccion-de-tanques-para-abastecer-agua-potable/>

Evaluación del Impacto Ambiental. (2013). Obtenido de Río Negro UNIVERSIDAD NACIONAL: <http://unrn.edu.ar/blogs/matematica1/files/2013/04/5%C2%B0-Matriz-de-Leopold-con-plantilla.pdf>

FISE. (2008). *Operacion y mantenimiento de un miniacueducto por gravedad*. Managua: FISE.

Flores Zavala, E. (1946). *Elementos de Finanzas Publicas Mexicanas* . Mexico : Ed. Mexico D.F.

GRUNDFOS. (Junio de 2019). *GRUNDFOS*. Obtenido de <https://es.grundfos.com>

INAA. (2001). *Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y potabilización de Agua*. Managua: INAA. Obtenido de [Inaa.gob.ni](http://inaa.gob.ni).

Ing. Ronny Danilo Luna Jirón. (2012). *DISEÑO DE PROYECTO DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES LA TRINIDAD, SAN LUIS Y SANTA LUCIA DEL MUNICIPIO DE DIRIAMBA, DEPARTAMENTO DE CARAZO*. Managua: Universidad Nacional de Ingeniería.

Mayorga Pauth, H. (2017). *ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA LA SOLICITUD DE LICENCIA DE EXTRACCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA*. Estelí: COVISCOF RL .

OPS. (2005). *Guías para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable*. Lima: Organización Panamericana de la Salud.

Pardo, E. F. (1987). *Elementos básicos para el análisis del contexto económico de las firmas regionales Colombianas*. Bogotá: CIDER.

Perez, S., & Estebanez, C. (2006). *Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas*. Cantabria: Universidad de Cantabria .

Salazar, C. S. (2005). *Costo y Tiempo en edificaciones*. MEXICO: LIMUSA NORIEGA.

SENASBA. (2014). *Conexiones domiciliarias de agua potable y alcantarillado sanitario, MODULO 8*. Bolivia: Programa SAS-PC. La Paz.

Suarez R, M. C. (7 de Septiembre de 2012). *Scribd*. Obtenido de Medición de Caudales (Aforo): <https://es.scribd.com/doc/105255484/MEDICION-DE-CAUDALES-AFOROS>

ANEXOS

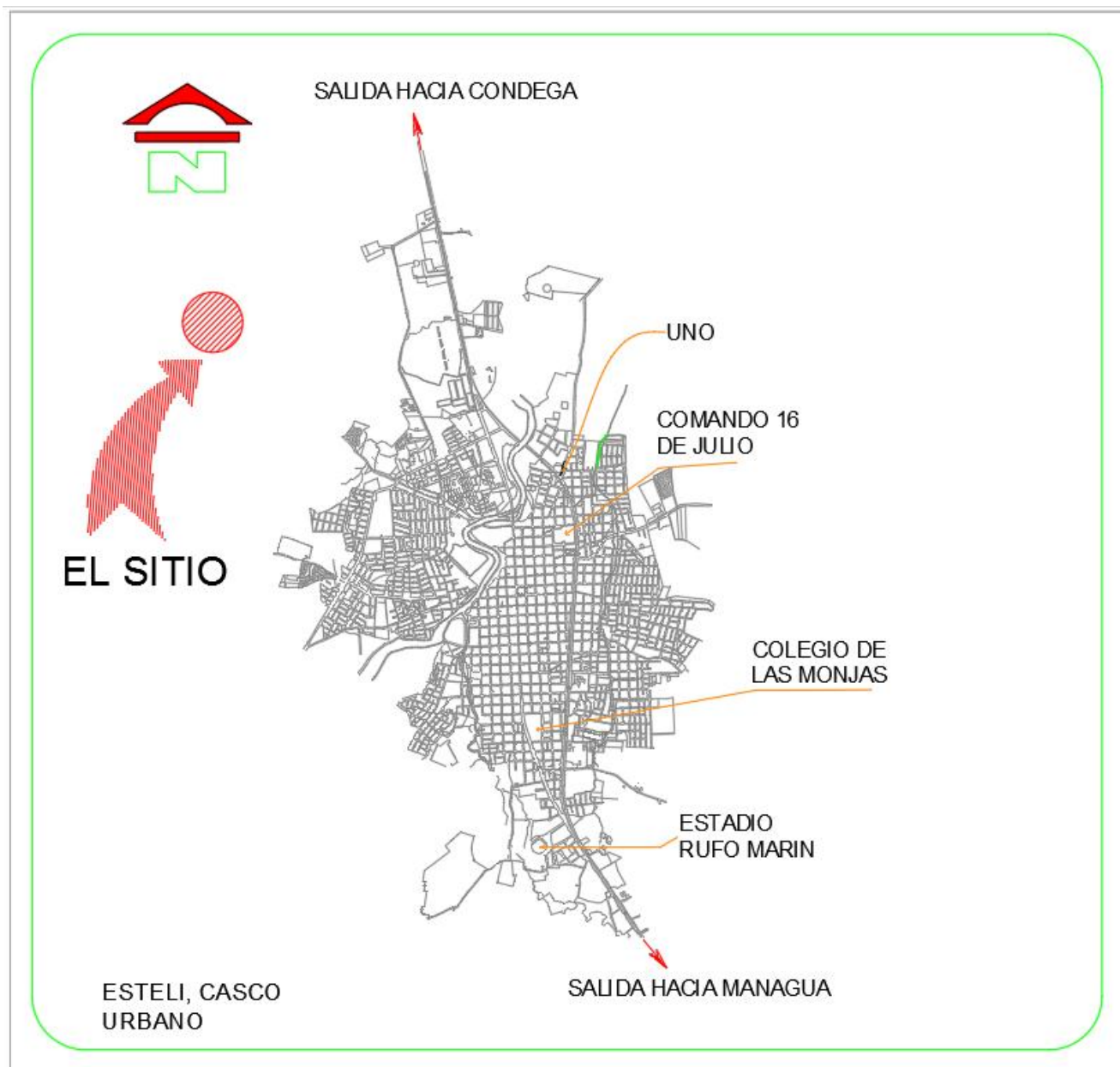
ANEXOS

Anexo 1: Macro y micro localización

Macro localización de la Ciudad de Estelí, del departamento de Estelí



Micro localización de la urbanización “Ciudadela los Altos de Estelí”



Anexo 2: Encuesta socioeconómica realizada

– **Encuesta Realizada**

Formato de Censo Socioeconómico

Encuesta N° _____ **Fecha de Censo:** ____/____/____

Departamento: _____ **Municipio:** _____ **Comunidad** _____

A- POBLACIÓN.

1- ¿Cuántas personas habitan en la vivienda? Niños _____ hombres _____
Mujeres _____

2- Edad (cantidad en años): 0-5 Años _____ 6-15 Años _____ 16-25 Años _____ 26-35
Años _____ Mayor 36 Años _____

3- Nivel académico (Cantidad)

Letrado _____ Primaria _____ Secundaria _____ Técnico _____

B- VIVIENDA.

4- Estado Legal de la vivienda: Propia () Alquilada () Prestada ()

5- Uso de la vivienda: Solo Vivienda () negocio () vivienda y negocio ()

6- Paredes de la vivienda: Bloque () Madera () Ladrillo () Adobe () otros ()

7- Piso: Tierra () Madera () Embaldosado () Otro ()

8- Techo: Zinc () Madera () Teja () Otro ()

9- Estado de la vivienda: Buena () Regular () Mala ()

C- ECONOMÍA

10- ¿Cuántas personas de la vivienda trabajan? Hombre _____ Mujer _____

11- Ocupación de los miembros de la familia: Agricultor _____ Jornalero _____
Ganadero _____ Negociante _____ Otros _____

12- Ingreso Mensual C\$ 1000-2000 () C\$2000-3000 () C\$ 3000-4000 () C\$ 4000
a más ()

13- ¿Posee energía eléctrica? Si () No () Paga al mes Si () No ()

14- ¿Posee teléfono fijo? Si () No () Paga al mes Si () No ()

15- ¿Posee Cable? Si () No () Paga al mes Si () No ()

D- INFORMACIÓN SOBRE ABASTECIMIENTO DE AGUA

16- ¿Posee agua potable? Si () No ()

17- ¿Cuántos días a la semana dispone de agua potable? _____

18- ¿Cuántas horas al día dispone del servicio de agua? _____

19- ¿Paga usted por el servicio de agua? Si () No ()

20- Paga: Tarifa fija () Especificar C\$ _____ Consumo Real () Cuanto ultimo Pago ()

21- Cree usted que lo que paga por el servicio de agua es: Bajo () Alto () Justo ()

22- La cantidad de agua que recibe es: Suficiente () Insuficiente ()

23- ¿Almacena usted agua para el consumo de la familia? Si () No () [Si es no, pasar a pregunta 25]

24- ¿En que deposito almacena el agua?

Balde_____ Barril_____ Tanque_____ Otros_____

25- La Calidad del agua es : Buena () Regular () Mala ()

26- La presión del agua en su casa es: Baja () Alta () Suficiente ()

27- ¿Está satisfecho con el servicio de agua? Si () No ()

28- ¿Cómo califica el servicio de agua? Buena () Regular () Mala ()

29- ¿Se abastece de otra fuente? Si () No () [Si es no, pasar a pregunta 31]

30- ¿Cuál es la otra fuente? Río () Puesto público () Lluvia () Manantial () pozos () otros _____

E- SANEAMIENTO

31- Posee: Inodoro () Letrina () Otro ()

32- ¿En que estado se encuentra? Bueno () Regular () Mal estado ()

33- Cuenta con: Tanque séptico () red de drenaje ()

34- Las aguas servidas las: Riegan() Dejan correr () Zanjas de drenaje ()

35- ¿Hay charcas en la casa? Si () No ()

36- ¿Cómo eliminan las charcas? Drenando () Aterrado () Otro _____

F- PAGO

37- ¿Le gustaría tener un servicio de agua potable en su casa? Si () No ()

38- ¿Está satisfecho con la forma en cómo se abastece? Si () No ()

39- Si se realizan obras para mejora y/o ampliar el servicio de agua potable

¿Cuánto pagaría por el buen servicio (24 hrs al día, buena presión y buena calidad)?

C\$ 0-30 () C\$31-50 () C\$ 61-85 () C\$ 86-100 () Más de 100 ()

40- ¿Estaría dispuesto a aportar para mejorar el sistema de agua? Si () No ()

41- ¿Cuánto estaría dispuesto a aportar?

C\$ 20-100 () C\$101-150 () C\$151-200 () Más de 200 () Con mano de obra () Nada ()

42- ¿Estaría dispuesto a aceptar medidor? Si () No ()

43- ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar con el medidor por cada M3 de agua consumido?

C\$ 5-10() C\$11-20 () Más de 20 C\$ () Nada_____

G- SALUD

44- ¿Cómo elimina la basura en su vivienda? Recolector municipal () Enterrado () En botadero () Quemado () Otros _____

45- ¿Cree usted que el agua que consume le ha causado enfermedades? Si () No ()

46- ¿Cuáles son las enfermedades mas comunes en su hogar?

Diarrea () Vomito () Fiebre () Tos () Malaria () Hepatitis () Otros ()

47- ¿Como trata las enfermedades?

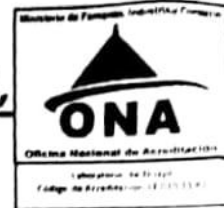
Auto- medicándose () Centro de salud () Tratamientos caseros ()

Otros_____

Anexo 3: Resultados de las pruebas de calidad de agua



LABORATORIOS QUÍMICOS, LAQUISA



LAQUISA-RT-FM-068-E

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente:	COVISCOS, RL	Lugar de muestreo:	Cooperativa de Vivienda similares conexas y otros servicios "Familia Feliz"
Dirección:	Templo San Antonio, 2,5 cuerdas al Norte, Barrio Jaime Úbeda, Estelí	Municipio/Depto.:	Estelí/Estelí
Nombre de muestra:	Muestra Coviscos, R.L.	Fecha muestreo:	2019/05/28
Descripción muestra:	Agua	Fecha de realización de ensayo:	2019/05/29-2019/06/06
Fecha ingreso:	2019/05/28	Fecha de emisión:	2019/06/06
Ref. laboratorio:	AG-0823-19	Muestreado por:	Cliente
Número de muestreo:			

Análisis	Método	Unidad	Resultado
Dureza Como Carbonato de Calcio	SMEWW 2340 C	mg/l	89,95
Fluoruros	SMEWW 4500 F- D	mg/l	NC (<0,3)
Arsénico	SMEWW 3114 B	mg/l	ND(<0,003)
*Cianuro Total	SMEWW 4500-CN F	mg/l	ND(<0,03)
Mercurio	SMEWW 3112 B	mg/l	ND(<0,001)

LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida y el cliente de la información proporcionada. Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado por LAQUISA.

ND: No Detectado.

NC: No Cuantificado.

Lic. Lidiana Lucia Acosta López
Vice-Directora Ejecutiva

Lic. Dorian Rafael Lezama Camacho
Resp. de Agua

Página 2 de 2

*Los ensayos dentro del alcance de la acreditación LE-010-11-R1 son: Agua: pH, Conductividad eléctrica, Cobre, Cianuro, Sodio, Potasio, Calcio, Magnesio, Sulfatos, Nitritos, Coliformes Totales y Coliformes Fecales, Suelo: Bases Intercambiables(Sodio, Potasio, Calcio, Magnesio), Alimentos: Proteína en Maíz, Humedad en Granos y Aflatoxinas en Maíz.

Este informe electrónico es emitido al cliente con carácter informativo, el informe oficial es impreso en hoja de papel tamaño carta, membretado, sellado y con firma manuscrita. El cliente es responsable de garantizar la no alteración del mismo.

Km 83 Carretera Managua-León

repcion@laquisa@gmail.com / resultados@laquisa@gmail.com

2310 - 2583 / 8854 - 2550



LABORATORIOS QUÍMICOS, LAQUISA



LAQUISA-RT-FM-068-E

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente: COVISCOS, RL
Dirección: Templo San Antonio, 2,5 cuadras al Norte,
Barrio Jaime Úbeda, Estelí
Nombre de muestra: Muestra Coviscos, R.L.
Descripción muestra: Agua
Fecha ingreso: 2019/05/28
Ref. laboratorio: MC-0952-19
Número de muestreo:

Lugar de muestreo: Cooperativa de Vivienda similares
conexos y otros servicios "Familia
Félix"
Municipio/Depto.: Estelí/Estelí
Fecha muestreo: 2019/05/28
Fecha de realización de ensayo: 2019/05/29-2019/06/04
Fecha de emisión: 2019/06/05
Muestreado por: Cliente

Análisis	Método	Unidad	Resultado
*Coliformes Totales	SMEWW 9221 B	NMP/100 ml	5 ✓
*Coliformes Fecales	SMEWW 9221 E	NMP/100 ml	ND(<2) ✓

LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida y el cliente de la información proporcionada.
Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado por LAQUISA.

ND: No Detectado.

Lic. Benito Zapata Amaya
Director Ejecutivo

Lic. Félix Antonio Jirón Cantillo
Responsable de Bacteriología

Página 1 de 1

*Los ensayos dentro del alcance de la acreditación LE-010-11-R1 son: Agua: pH, Conductividad eléctrica, Cobre, Cianuro, Sodio, Potasio, Calcio, Magnesio, Sulfatos, Nitritos, Coliformes Totales y Coliformes Fecales, Suelo: Bases Intercambiables(Sodio, Potasio, Calcio, Magnesio), Aluminio, Proteína en Maíz, Humedad en Granos y Aflatoxinas en Maíz

Este informe electrónico es enviado al cliente con carácter informativo, el informe oficial es impreso en hoja de papel tamaño carta, membretado, sellado y con firma manuscrita. El cliente es responsable de garantizar la no alteración del mismo.

● Km 83 Carretera Maragüé 1 edn ● recepcionlaquisa@gmail.com / resultadoslaquisa@gmail.com ● 2310 - 7583 / 8854 - 7550

Anexo 4: Cálculos de demanda y potencia de equipos eléctricos

- Determinación de demanda

Años	Índice de Saturación	Dotación		Perdidas 20% (l/seg)	Q esp (l/seg)	CPDtotal (l/seg)	CMD (l/seg)	CMH (l/seg)	Vol tanque 40% (m³)
		lppd	189						
20	4026	CPD	8.807 lps	1.761	1.409	11.977	14.972	23.779	304.37

- Dimensiones de tanque de almacenamiento

V (m³)	K	H (m)	a (m)
304.37 m3	1.8	2.815	7.353

- Cálculo de potencia de bomba

DATOS DE ENTRADA		
A	Área de la sección del tubo	0.018 m²
D	Diámetro de la tubería	6
T. C°	Temperatura	25
ρ	Densidad del Agua	997.000 kg/m³
g	Gravedad	9.810 m/s²
Qcmd	Consumo Máximo diario	0.015 m³/s
Tbombeo	Tiempo de bombo en horas	16.00 horas
Qbomb	Caudal de bombeo	0.022 m³/s
V	velocidad	1.231 m/s
Sm	Sumergencia	1.500 m
CÁLCULO DE CARGA TOTAL DINÁMICA		
C	Coeficiente de rugosidad Hazzen-William	150
S_{pozo}	Altura de pozo Superficie	867.6 msnm
B_{tanque}	Rebose tanque	913.3 msnm

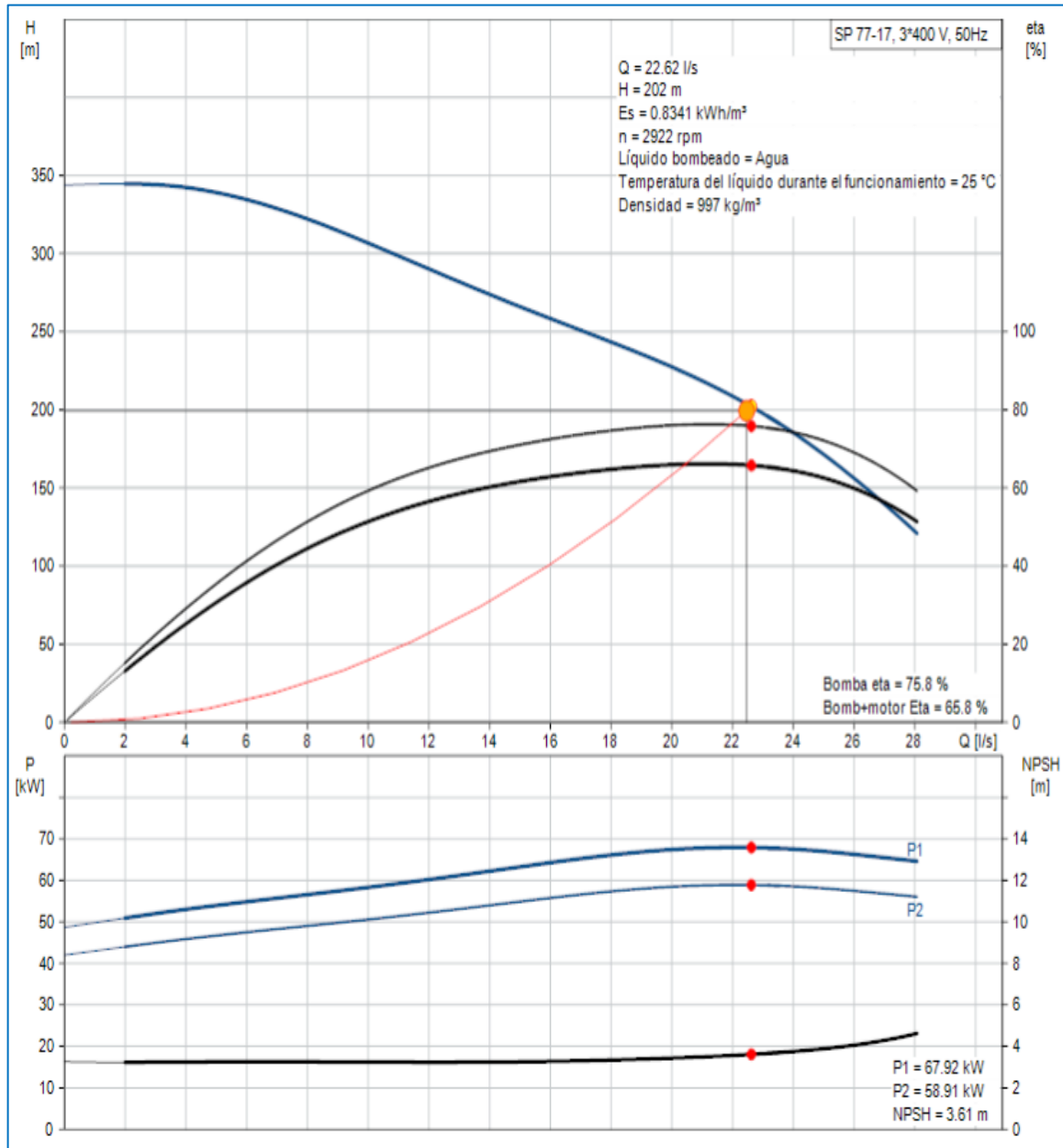
NEA	Nivel Estático Agua	200 ft
CE	Consumo Especifico	5.0 gpm/pie
NB	Nivel Dinámico	271 ft
CED	Carga Estática en Descarga	106.686 m
Lt	Long Tub	630.000 m
Le	Long equivalente	60.570 m
L_{real}	Longitud Real	690.570 m
Lc	Long de columna	84.180 m
HF_{columna}	Perdidas por fricción en la succión	4.209 m
Hf_{descarga}	Perdidas por fricción en la descarga	5.805 m
CTD	Carga Total Dinámica	199.380 m
CÁLCULO DE POTENCIA DE BOMBA		
e	Eficiencia	75%
Pot	Potencia	58.78 HP
Potencia real		78.38 HP

- Cálculo de golpe de ariete

Material	Diámetro	SDR	Espesor (e)	K	Presión Máxima	Celeridad (m/s)
PVC	6	13.5	12.47	18	224	604.42

Long (m)	Celeridad (m/s)	Tiempo (seg)	Golpe de Ariete	CED (m.c.a)	Presión Total (m.c.a)	Valoración
630	604.42	2.085	75.85 m	106.69	182.54 m	Cumple

Anexo 5: Curva característica de la bomba



Anexo 6: Fotografías de trabajo en campo





Fotografía 9: Perforación de pozo



Fotografía 10: Tubería y bomba para perforación

Anexo 7: Planos del diseño de abastecimiento de agua potable

INDICE DE PLANOS	
NOMBRE	LÁMINA
Portada	1
Plano general	2
Plano topográfico	3
Plano de red y accesorios	4
Detalles de accesorios	5
Detalles constructivos de sarta	6
Detalles constructivos de tanque	7
Detalles unión de tanques	7-1
Área de tanque	8
Perfil de línea de Conducción	9

Anexo 8: Resumen de presupuesto de obra

PRESUPUESTO DE OBRA		
Descripción de la obra: Construcción del sistema de abastecimiento de agua potable para Urbanización Ciudadela los altos de Estelí.		
N°	Actividad	TOTAL
1	Preliminares	C\$132,700.00
2	Pozo	C\$2,012,468.17
3	Línea de Conducción	C\$714,915.00
4	Tanque de Almacenamiento	C\$977,468.44
5	Línea de Distribución	C\$1,974,193.18
6	Conexiones domiciliarias (accesorios, medidor, tubería)	C\$1,140,746.00
7	Limpieza y Entrega Final	C\$3,000.00
Costo Total en \$ (tipo de cambio 1 \$ = 33.10 córdobas netos)		\$243,913.26